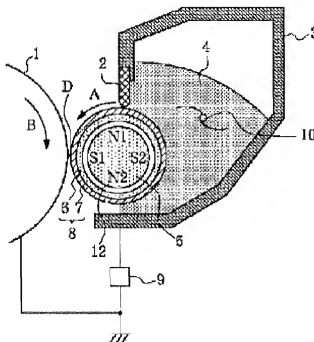


DEVELOPING DEVICE AND IMAGE FORMING DEVICE USING THE SAME**Publication number:** JP2000105488**Publication date:** 2000-04-11**Inventor:** OTAKE SATOSHI; GOSEKI YASUhide; SAIKI KAZUNORI; FUJISHIMA KENJI; SHIMAMURA MASAYOSHI; OKAMOTO NAOKI**Applicant:** CANON KK**Classification:****- international:** G03G9/087; G03G15/08; G03G9/087; G03G15/08; (IPC1-7): G03G9/087; G03G15/08**- european:****Application number:** JP19980276137 19980929**Priority number(s):** JP19980276137 19980929[Report a data error here](#)**Abstract of JP2000105488**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a developing device and an image forming device by which the deterioration of a conductive resin covering layer on a developer carrier surface due to repeated copying and endurance is hardly caused, and which have excellent durability even under a different environmental condition and also by which an image high in density and quality without causing any image defect is stably obtained even in the case of using spherical toner small in grain size and having low-temperature fixability. **SOLUTION:** Negative electrostatic chargeable developer having toner 4 whose ratio of a grain having the diameter of equivalent circle of $\geq 0.60 \mu\text{m}$ to $< 1.0 \mu\text{m}$ is $< 5.0\%$ in number-size distribution based on the diameter of equivalent circle measured by a flow-type grain image analyzing device and having inorganic fine powder is used, and also a developer carrier 8 having a conductive resin covering layer 7 containing at least a binder resin for a covering layer, a conductive fine powder dispersed in the binding resin for the covering layer and a nitrogen-containing heterocyclic compound is used.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-105488

(P2000-105488A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別番号	F I	テラード(参考)
G 0 3 G 9/087		G 0 3 G 9/08	3 8 1 2 H 0 0 5
15/08	5 0 1	15/08	5 0 1 Z 2 H 0 7 7
	5 0 4		5 0 4 A
	5 0 7		5 0 7 L

審査請求 未請求 請求項の数19 ○L (全 28 頁)

(21)出願番号 特願平10-276137

(22)出願日 平成10年9月29日(1998.9.29)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 大竹 智

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72)発明者 後関 康秀

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100077698

弁理士 吉田 勝広 (外1名)

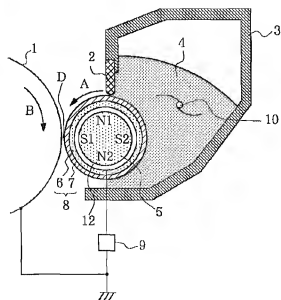
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 現像装置及びこれを用いた画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 繰り返し複写や耐久による現像剤担持体表面の導電性樹脂被覆層の劣化が生じ難く、異なる環境条件下においても高耐久性を有し、更に、小粒径の低温定着材料を有する球状トナーを使用した場合にも、画像欠陥のない高濃度の高品位画像が安定して得られる現像装置、及び画像形成装置の提供。

【解決手段】 フロー式粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、円相当径が0.60 μm 以上1.00 μm 未満の範囲の粒子の割合が、個数基準で全体の5.0%未満であるトナーと、無機微粉体とを有する負帯電性現像剤を用い、且つ、少なくとも、被覆層用結着樹脂、該被覆層用結着樹脂中に分散された導電性微粒子、及び含窒素複素環化合物を有する導電性樹脂被覆層を有する現像剤担持体を使用する現像装置、及び画像形成装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 現像剤を収容している現像剤容器、及び、該現像剤容器に収容されている現像剤の層を表面に形成して担持し、且つ現像領域へと現像剤を搬送するための現像剤担持体を有する現像装置において、上記現像剤は、少なくともトナー粒子及び無機微粉体を有する負帯電性トナーを有しており、且つ、該トナー粒子が、少なくともトナー用結着樹脂及び着色剤を含有し、更に、トナー粒子のフローラシヤ粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、円相当径が0.6

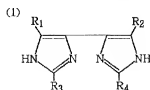
0 μm 以上1.0 μm 未満の粒子の占める割合が、個数基準で全体の5.0%未満であり、上記現像剤担持体が、少なくとも基体と該基体上に設けられた導電性樹脂被覆層を有し、且つ該導電性樹脂被覆層が、少なく

とも、被覆層用結着樹脂、該被覆層用結着樹脂中に分散された導電性微粒子及び含窒素複素環化合物を有することを特徴とする現像装置。

【請求項2】 含窒素複素環化合物が、イミダゾール化合物である請求項1に記載の現像装置。

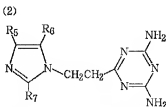
【請求項3】 イミダゾール化合物が、下記式(1)又は(2)で示される化合物である請求項2に記載の現像装置。

【化1】



【式中、 R_1 及び R_2 は、水素原子、アルキル基、アラルキル基又はアリール基を表し、 R_3 及び R_4 は、同一であっても異なってもよい。 R_3 及び R_4 は、炭素数が3〜30の直鎖状アルキル基を表し、 R_3 及び R_4 は、同一であっても異なってもよい。】

【化2】



【式中、 R_5 及び R_6 は、水素原子、アルキル基、アラルキル基又はアリール基を表し、 R_7 は、炭素数が3〜30の直鎖状アルキル基を表す。】

【請求項4】 導電性樹脂被覆層が、含窒素複素環化合物及び導電性微粒子に加えて更に、個数平均径0.3〜30 μm の球状粒子を有する請求項1〜請求項3のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項5】 球状粒子が、樹脂粒子である請求項4に

記載の現像装置。

【請求項6】 球状粒子が、真密度3 g/cm^3 以下の導電性球状粒子である請求項4又は請求項5に記載の現像装置。

【請求項7】 導電性樹脂被覆層が、含窒素複素環化合物及び導電性微粒子に加えて更に、潤滑性粒子を有する請求項1〜請求項6のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項8】 トナー粒子が、円相当径1.0 μm 未満の粒子を減少させる処理が行われたものである請求項1〜請求項7のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項9】 円相当径1.0 μm 未満の粒子を減少させる処理が機械的衝撃力を加える処理によって行なわれる請求項8に記載の現像装置。

【請求項10】 トナー粒子が、3 μm 以上の粒子において、下記式(1)により求められる円形度aが0.90以上の粒子を個数基準で90%乃至100%有し、且つ、円形度aが0.98以上の粒子を個数基準で0%乃至30%有している請求項1〜請求項9のいずれか1項に記載の現像装置。

【数1】

$$a = L_0 / L \quad \cdots (1)$$

L_0 : 粒子像と同じ投影面積を持つ円の周長

L : 粒子像の周長

【請求項11】 現像剤が、負帯電性磁性トナーによる磁性一成分系現像剤である請求項1〜請求項10のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項12】 現像剤が、負帯電性非磁性トナーによる非磁性一成分系現像剤である請求項1〜10のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項13】 現像剤が、負帯電性トナー及びキャリアを含む二成分系現像剤である請求項1〜10のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項14】 更に、現像剤担持体表面に現像剤の層を形成させるための現像剤用厚規制部材が設けられている請求項1〜13のいずれか1項に記載の現像装置。

【請求項15】 現像剤用厚規制部材が、磁性規制プレートである請求項14に記載の現像装置。

【請求項16】 現像剤用厚規制部材が、現像剤担持体に現像剤を介して弾性的に圧接されている請求項14に記載の現像装置。

【請求項17】 現像剤用厚規制部材が、弾性規制部材である請求項16に記載の現像装置。

【請求項18】 (i) 静電荷潜像を保持するための静電潜像保持体、及び(ii) 該静電荷潜像を現像領域で現像剤によって現像画像とするための現像装置とを有する画像形成装置において、現像装置が請求項1〜請求項17のいずれか1項に記載の現像装置であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項19】(i) 静電荷潜像を保持するための静電潜像保持体、及び(ii) 該静電荷潜像を現像領域で現像剤によって現像画像とするための現像装置とを有する画像形成装置において、複数の現像装置を回転体に搭載し、この回転体を回転させることにより選択された現像装置を現像位置に移動させて現像動作を行う回転式現像ユニットを有し、且つ複数の現像装置の少なくとも1台が請求項1～請求項17のいずれか1項に記載の現像装置であることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の実施の形態】本発明は、電子写真感光体或いは静電記録誘導体等の像担持体上に形成された潜像を現像して顕像化するための現像装置及びそれを用いた画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子写真法としては多数の方法が知られているが、一般には光導電性物質を利用し、種々の手段により感光体上に電気的潜像を形成し、次いで該潜像をトナー（現像剤）で現像を行なって可視像とし、必要に応じて紙等の転写材にトナー像を転写した後、熱・圧力等により転写材上にトナー画像を定着して複写物を得るものである。

【0003】電子写真法における現像方式は、主として、一成分系現像方式と二成分系現像方式に分けられる。近年、電子写真装置の軽量化・小型化等を目的として複写装置部分を小さくする必要があるため、一成分トナーを用いた現像装置が使用されることが多い。一成分系現像方式では、二成分系現像方式で必要とするガラスビーズや鉄粉等からなるキャリア粒子が不要なため、現像装置自体を小型化・軽量化できる。更には、二成分系現像方式では、キャリアとトナーとの混合体である現像剤中のトナー濃度を一定に保つ必要があるため、トナー濃度を検知し必要量のトナーを供給する装置が必要である。よって、ここでも現像装置が大きく、重くなる。一成分系現像方式では、このような装置は必要とならないため、やはり小さく軽くできるのが好ましい。

【0004】例えば、一成分トナーを用いた現像方式としては、像担持体としての感光ドラム表面に静電潜像を形成し、現像工程で、現像剤保持体としての現像スリーブとトナー粒子との摩擦、及び/又は現像スリーブ上のトナー塗布量を規制する現像剤供給部材とトナー粒子との摩擦によりトナー粒子に正或いは負の電荷を与え、このトナーを現像スリーブ上に薄く塗布して感光ドラムと現像スリーブとが対向した現像領域に搬送し、現像領域においてトナーを前記感光ドラム表面の静電潜像に飛翔・付着して現像し、静電潜像をトナー像として顕像化するものが知られている。又、プリンター装置は、LEDやLBを光源とするプリンターが最近の市場の主流になっており、技術の方向としてより高解像度、即ち、従

来、300dpi、400dpiであったものが、600dpi、800dpi、1200dpiとなってきている。従って現像方式もこれにともなっており高解像度が要求されてきている。又、複写機においても高機能化が進んでおり、そのためデジタル化の方向に進みつつある。この方向は、静電荷像をレーザーで形成する方法が主であるため、やはり高解像度の方向に進んでおり、ここでもプリンターと同様に高解像・高精細の現像方式が要求されてきている。このため、例えば、特開平1-112253号公報、特開平2-284158号公報等にみられるように、粒径の小さいトナーが提案されており、トナー粒径は更に小さい方向へと進みつつある。

【0005】前記現像工程で感光体上に形成されたトナー像は転写工程で転写材に転写されるが、感光体に残った転写残トナーは、クリーニング工程でクリーニングされ、廢トナー容器に蓄えられる。このクリーニング工程では、従来、ブレードクリーニング、フーパブラッキング、ローラークリーニング等のクリーニング手段が用いられている。これを装置面からみると、これらのクリーニング装置を具備するために装置が必然的に大きくなり、装置のコンパクト化を目指すためのネックになっている。更に、エコロジーの観点からは、トナーの有効活用と言う意味で廢トナーの少ないシステムが望まれており、転写効率の良いトナーが求められている。

【0006】新しいトナーについての提案として、特開昭61-279864号公報に、形状係数SF-1及びSF-2を規定したトナー粒子の形状を球形にした球形トナーについての提案がある。しかしながら、これら公報には、転写に関しては何らの記載もない。又、本発明者らが、これらの公報に記載されている実施例について検討を行った結果、転写材へのトナー画像の転写効率は低く、転写に関しては更なる改良が必要であることがわかった。更に、特開昭63-235953号公報に、機械的衝撃力によりトナー粒子の形状を球形化した磁性トナーが提案されている。しかしながら、このトナーについても転写効率は未だ不十分であり、更なる改良が必要であることがわかった。

【0007】一方、上記したようなトナーを用いる現像装置としては、以下の挙げするような構成のものがある。従来より用いられている静電潜像保持体としての感光ドラム表面に形成した静電潜像を一成分系現像剤である磁性トナーによって顕像化する現像装置としては、例えば、図8に示すような装置が知られている。以下、これらの図を用いて現像装置の概略について説明する。先ず、図8の装置では、現像剤容器53内に、一成分系現像剤としての磁性トナー54が保有されている。これらの装置では、この現像剤容器53内で磁性トナー粒子相互間に生じる粒子摩擦、及び現像剤保持体としての現像スリーブ58（以下、単に現像スリーブと呼ぶ）と磁性トナー粒子との間の摩擦によって、感光ドラム1上に形

成された静電潜像電荷と現像基準電位に対して逆極性の電荷が磁性トナー粒子に与えられる。そして、この電荷が与えられた磁性トナー粒子は、トナーの層厚を規制するための磁性ブレード52によって現像スリーブ58上に極めて薄く塗布され、担持される。次に、このようにして現像スリーブ58上に担持された磁性トナーは、感光ドラム51と現像スリーブ58とが対峙している現像領域Dで、現像スリーブ58内に固着されている磁石55による磁界の作用によって飛翔し、該トナーと逆極性の電荷を有する感光ドラム51上の静電潜像を顕像化する。尚、図中のA及びBは、現像スリーブ58及び感光ドラム51の夫々の回転方向を示し、59は現像時に現像バイアス電圧を印加するための現像バイアス手段を示し、60は現像剤容器53中で磁性トナー54を攪拌するための攪拌翼を示している。

【0008】しかし、上記したような一成分系現像剤を用いて静電潜像を現像する場合にはトナー帯電の調整が難しく、現像剤としての工夫が種々行なわれているものの、トナー帯電の均一性や帯電の耐久安定性に関わる問題は、完全に解決されていないのが現状である。特に、現像スリーブが繰り返し回転を行なっていくうちに、現像スリーブ上にコーティングされたトナーの帯電量が現像スリーブとの接触により高くなり過ぎ、トナーが現像スリーブ表面との鏡映力により引き合っ

て現像スリーブ表面上で不動状態となり、現像スリーブから静電潜像保持体(ドラム)上の潜像に移動しなくなる、所謂チャージアップ現象が発生すると、現像スリーブの上層のトナーは帯電しにくくなってトナーの現像量が低下するため、ライン画像の細りやベタ画像の画像濃度薄の如き問題点を生じる。

【0009】更に、画像部(トナー消費部)と非画像部とのトナー層の形成状態が変わって帯電状態が異なってしまうため、例えば、一度画像濃度の高いベタ画像を現像した位置が、現像スリーブの次の回転時に現像位置に来てハフトーン画像を現像した場合に画像上にベタ画像の跡が現われてしまう現象、所謂スリーブゴースト現象が生じ易い。本発明者らの検討によれば、特にこのような現象は、機械的衝撃力により球形化したトナーを用いると顕著に発生し易いことがわかった。

【0010】上記したような現象を解決する方法として、樹脂中に、固体潤滑剤及びカーボンの如き導電性微粉末が分散された被覆層が金属基体上に設けられた現像スリーブを、現像装置に用いる方法の提案がなされている。この方法を用いることにより、上記した現象が大幅に軽減することが認められる。しかしながら、この方法で用いる現像スリーブ表面形状は充分に均一ではなく、又、スリーブ表面の摩擦帯電付与部分も減少することから、均一なトナーの帯電及びトナーの帯電の立ち上がり

の点で、未だ充分に満足できるものではない。更に、この方法は、現像スリーブ表面に設ける被覆層の脆性化による耐久性等の点でも不充分であった。

【0011】又、特開平3-200986号公報には、樹脂中に、固体潤滑剤及びカーボンの如き導電性微粉末、更に球状粒子が分散されている導電性樹脂被覆層を金属基体上に設けた現像スリーブを現像装置に用いる方法が提案されている。この方法を用いることにより、現像スリーブ表面の形状が均一化し、帯電の均一性及び耐摩擦性が向上する。しかしながら、この現像スリーブにおいても、迅速且つ均一なトナーへの帯電付与能や導電性樹脂被覆層の耐摩擦性の向上、磨耗が生じるとのトナー汚染及びトナー融着の抑制といった、耐久性能等に対する更なる改良が望まれている。

【0012】又、特開平2-176762号公報に示されているような、トナーの帯電の立ち上がりを向上させ、更に、トナーを均一に帯電させるために、表面の被覆層に荷電制御剤が含有されている現像スリーブを現像装置に用いる方法の提案がなされている。この方法を用いることにより、トナーの帯電の立ち上がりや、トナーの均一帯電化はある程度向上させることができるものの、未だ文字シャープ性に優れた高画質画像の形成や、高温高湿下における画像濃度安定性に充分効果を発揮するほどには、現像スリーブ表面の帯電付与能は完全ではなく、又、耐久性能の点でも未だに満足できるものではなく、更なる改良が望まれている。

【0013】又、近年の情報化社会の進展につれて、文書、画像をフルカラーで出力するニーズが広がっており、電子写真方式においても様々な方式の画像形成装置が提案されている。例えば、特公平6-82235号公報等では、装置の小型化及びサービス性、ユーザーの操作性を向上させる目的で、回転式現像ユニットを具備した画像形成装置を提案している。しかしながら、このような回転式現像ユニットは現像剤の入れ替わりが多いため、スリーブ近傍に帯電が不十分なトナーが入り込むことによるベタ画像の濃淡スジや濃度薄の問題が発生し易く、使用するトナーへの均一及び迅速な摩擦帯電付与が要求されている。

【0014】【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、上記のような従来技術の問題点を解決し、繰り返し複写、又は耐久による現像剤保持体表面の導電性樹脂被覆層の劣化が生じ難く、高耐久性を有し、安定した画質が得られる現像装置及び画像形成装置を提供することである。又、本発明の別の目的は、異なる環境条件下においても長期に渡って、画像濃度の低下、スリーブゴースト及びカブリの如き問題点が発生せず、文字ラインのシャープ性が良好で、画像濃度が高い高品位画像を安定して得ることのできる現像装置及び画像形成装置を提供することにある。

【0015】更に、本発明の目的は、高画質、省エネルギーを目的として、粒径が小さく、低熔点着材料を用いたトナー、更に、より真球状に近いトナーを用いた場合においても、より帯電性または現像性を向上させ画像濃度低下やゴーストの発生のない高精細高品位な画像を得ることのできる現像装置及び画像形成装置を提供することにある。更に、本発明の目的は、複数の現像装置を回転体に搭載し、この回転体を回転させることにより選択された現像装置を現像位置に移動させ現像動作を行う回転式現像ユニットを具備した画像形成装置において、濃度低下やベタ画像の濃淡スジの如き問題点が発生せず、耐久においても安定して高画質のフルカラー画像が得られる現像装置及び画像形成装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的は、以下の本発明によって達成される。即ち、本発明は、現像剤を収容している現像剤容器、及び、該現像剤容器に収容されている現像剤の層を表面に形成して担持し、且つ現像領域へと現像剤を搬送するための現像剤担持体を有する現像装置において、上記現像剤は、少なくともトナー粒子及び無機微粉体を有する負帯電性トナーを有しており、且つ、該トナー粒子が、少なくともトナー用結着樹脂及び着色剤を含む。更に、トナー粒子のフロー式粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、円相当径が0.60 μ m以上1.00 μ m未満の範囲の粒子の占める割合が、個数基準で全体の5.0%未満であり、上記現像剤担持体が、少なくとも基体と該基体上に設けられた導電性樹脂被覆層を有し、且つ該導電性樹脂被覆層が、少なくとも、被覆剤用結着樹脂、該被覆剤用結着樹脂中に分散された導電性微粒子及び含素複素環化合物を有することを特徴とする現像装置、及び該現像装置を使用する画像形成装置である。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、好ましい実施態様を挙げて本発明を更に詳細に説明する。本発明者らは、上記した従来技術の問題点を解決すべく、鋭意検討した結果、現像スリーブとして、基体上に導電性微粒子と含素複素環化合物を有する導電性樹脂被覆層が形成された現像スリーブ、より好ましくは、更に導電性被覆層中に所望の粒径を有する球状粒子を分散させた現像スリーブを用い、現像剤として、円相当径による粒度分布において所望の粒度分布を有するトナー粒子、より好ましくは、表面を球形化処理された所望の円相当径分布を有するトナー粒子と無機微粉体とを有する負帯電性トナーを用い、両者の相互作用によって、トナーの迅速且つ均一な帯電をより向上させることができ、更に、導電性樹脂被覆層表面に生じるトナー汚染が有効に抑制されることによって、トナーの帯電が損なわれることがなく、高品位画像が安定して得られる現像装置及び画像形成装置が提

供されることを知見して本発明に至った。

【0018】先ず、本発明の現像装置を構成する現像剤担持体（現像スリーブ）について説明する。本発明において使用する現像スリーブは、少なくとも基体と、該基体上に設けられた導電性樹脂被覆層とを有し、且つ、該導電性樹脂被覆層が、少なくとも、被覆形成用材料である被覆剤用結着樹脂と、該樹脂中に分散される導電性微粒子及び含素複素環化合物とを有する。このように、現像スリーブの導電性樹脂被覆層に含素複素環化合物を含有させることによって、トナーへの迅速且つ均一な帯電をより向上させ、更に、導電性樹脂被覆層表面へのトナー汚染を防止し、帯電の劣化を発生しにくくさせる。

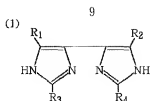
【0019】この際使用する含素複素環化合物としては、個数平均粒径が、好ましくは2.0 μ m以下、より好ましくは0.1～1.5 μ mのものを使用する。即ち、含素複素環化合物の個数平均粒径が2.0 μ mを超える場合には、現像スリーブを構成する導電性樹脂被覆層中における含素複素環化合物の分散不良が生じ、帯電性能の向上効果が充分に得られ難くなり、好ましくない。

【0020】本発明で使用し得る含素複素環化合物としては、イミダゾール、イミダリン、イミダゾロン、ピラゾリン、ピラゾール、ピラゾロン、オキサゾリン、オキサゾール、オキサゾロン、チアゾリン、チアゾール、チアゾロン、セレナゾリン、セレナゾール、セレナゾロン、オキサジアゾール、チアジアゾール、テトラゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾピラゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、ベンゾセレナゾール、ピリジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、オキサジン、チアジン、テラジン、ボリアザイン、ピリダジン、ピリミジン、ピラジン、インドール、イソインドール、インダゾール、カルバゾール、キノリン、ピリジン、イソキノリン、シノリン、キナゾリン、キナキサリン、フタラジン、プリン、ピロール、トリアゾール、フェナジン等の含素複素環基を有する化合物が挙げられる。本発明においては、特にイミダゾール化合物が、本発明に用いる現像剤担持体とトナーとの相互作用による効果を促進するため、好ましい。

【0021】本発明においては、イミダゾール化合物の中で、下記一般式（1）又は（2）で示されるイミダゾール化合物を、現像剤担持体の導電性樹脂被覆層に用いれば、トナーに対する迅速且つ均一な帯電付与能を与えることができ、更に、導電性樹脂被覆層の強度を高めることができるのでより好ましい。

【0022】

【化3】

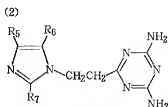


〔式中、 R_1 及び R_2 は、水素原子、アルキル基、アラルキル基又はアリール基を表し、 R_3 及び R_4 は、同一であっても異なってもよい。 R_3 及び R_4 は、炭素数が3〜30の直鎖状アルキル基を表し、 R_3 及び R_4 は、同一

でも異なってもよい。〕

【0023】

【化1】



〔式中、 R_5 及び R_6 は、水素原子、アルキル基、アラルキル基又はアリール基を表し、 R_7 及び R_8 は、同一であっても異なってもよい。 R_7 は炭素数が3〜30の直鎖状アルキル基を表す。〕

【0024】上記した構造を有するイミダゾール化合物を用いることが好ましい理由としては、上記一般式

(1)又は(2)で示される構造を有するイミダゾール化合物は、置換基として炭素数3〜30の直鎖状アルキル基を有するため、被膜形成材料である結着樹脂に対する分散性が良好であるので、現像スリーブの導電性樹脂被覆層の他の構成材料と共に良好に分散され、特に優れた分散状態の導電性樹脂被覆層表面の形成が可能となる結果、現像スリーブのトナーに対する摩擦帯電特性がより良好になると考えられている。

【0025】本発明において好適に使用し得る上記一般式(1)又は(2)で示される構造を有するイミダゾール化合物等の含窒素複素環化合物は、これを構成する含窒素複素環基が、単環であってもよいし、他の基と縮環しているもよく、又、置換されているもよい。更に、本発明で好適に使用し得る含窒素複素環化合物の含複素環基が置換されている場合には、その置換基として、例えば、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アリール基、置換アミノ基、ウレイド基、ウレタン基、アリールオキシ基、スルファミル基、カルバモイル基、アルキル又はアリールチオ基、アルキル又はアリールスルホニル基、アルキル又はアリールスルフィニル基、ヒドロキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、スルホ基、アリールオキシカルボニル基、アシル基、アルコキシカルボニル基、アシルオキシ基、カルボンアミド基、スルホンアミド基、カルボシル基、リン酸アミド基、ジアンシラミノ基、イミド基等を

有するものを用いることができる。これらの置換基は、更に、置換基を有しているもよい。その際の置換基の例としては、含窒素複素環の置換基として上記で挙げた置換基を用いることができる。

【0026】本発明においては、上記のような材料で現像剤担持体表面に形成する導電性樹脂被覆層の体積抵抗を $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、更に、 $10^3 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ に調整することが好ましい。即ち、導電性樹脂被覆層の体積抵抗が $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ を超える場合には、トナーのチャージアップが発生し易くなり、ゴーストの悪化や濃度低下を引き起こし易い。そこで、本発明の現像装置では、現像剤担持体表面の導電性樹脂被覆層の体積抵抗を上記のような好ましい範囲に調整するために、導電性樹脂被覆層の被膜形成材料である結着樹脂中に導電性微粒子を分散含有させる。この際に使用する導電性微粒子としては、その粒径が、個数平均粒径で $2.0 \mu\text{m}$ 以下のものであることが好ましく、 $1.0 \mu\text{m}$ 以下のものを用いることがより好ましい。更に、導電性樹脂被覆層表面に形成される凹凸を避けるためには、 $1 \mu\text{m}$ 以下のものを用いることが好ましい。

【0027】この際に使用し得る導電性微粒子としては、例えば、ファースブラック、ランプブラック、サーマルブラック、アセチレンブラック、チャンネルブラック等のカーボンブラック；酸化チタン、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化モリブデン、チタン酸カリ、酸化アンチモン及び酸化インジウム等の金属酸化物等；アルミニウム、銅、銀、ニッケル等の金属、グラファイト、金属繊維、炭素繊維等の無機系充填剤等が挙げられる。導電性被覆層中におけるその導電性微粒子の添加量としては、結着樹脂100重量部に対して100重量部以下の範囲で使用することが好ましい。添加量が100重量部を超えると被膜強度の低下が起こり易く、又、多量の導電性微粒子の添加は、トナーの帯電量の低下を引き起こす傾向がある。

【0028】更に、本発明の現像装置においては、使用する現像剤担持体の表面に設ける導電性樹脂被覆層の構成として、上記した含窒素複素環化合物や導電性微粒子等の添加物質に加えて、更に、粒径が $0.3 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 程度の球状粒子を被覆樹脂層中に分散させた構成とすることが好ましい。このような構成とすれば、現像剤担持体の表面粗さを安定化させることができ、現像剤担持体のトナーコート量を最適化することが可能となる。又、球状粒子を導電性樹脂被覆層中に含有させることは、現像剤担持体表面に均一な表面粗度を保持させると同時に、現像剤担持体表面に設けた導電性樹脂被覆層が摩耗した場合でも、該被覆層の表面粗度の変化を少なくできるので、現像剤担持体へのトナー付着やトナー融着が発生しにくくなる効果が得られる。更に、上記のような球状粒子を含有させると、導電性樹脂被覆層中に含有している含窒素複素環化合物との相互作用により、含窒素

複素環化合物の有する荷電制御の効果がより高まり、トナーに対する迅速且つ均一な帯電付与特性をより向上させることができ、更に、帯電付与性能を安定化させる効果もある。

【0029】本発明において使用する球状粒子としては、個数平均径が0.3～30 μm 、更には、2～20 μm のものが好ましい。即ち、導電性樹脂被覆層中に含まれる球状粒子の個数平均径が0.3 μm 未満であると、現像剤担持体の表面に均一な粗さを付与する効果と、帯電付与性能を高める効果が少なく、現像剤への迅速且つ均一な帯電付与が不十分となると共に、導電性樹脂被覆層の磨耗によってトナーのチャージアップや、トナー汚染及びトナー融着が発生する傾向があり、ゴーストの悪化、画像濃度低下を生じ易くなるため好ましくない。一方、個数平均径が30 μm を超える球状粒子を加えた場合には、導電性樹脂被覆層表面の粗さが大きくなり過ぎる傾向があり、トナーの帯電が充分に行なわれにくくなってしまふと共に、導電性樹脂被覆層の機械的強度が低下してしまうため、好ましくない。

【0030】更に、本発明で使用する球状粒子としては、その真密度が、3 g/cm^3 以下、好ましくは2.7 g/cm^3 以下、より好ましくは0.9～2.3 g/cm^3 のものを使用するといふ。即ち、球状粒子の真密度が3 g/cm^3 を超える場合には、導電性樹脂被覆層中における球状粒子の分散性が不十分となり、被覆層表面に均一な粗さを付与しにくくなると共に、含窒素複素環化合物の分散も均一に行われなくなり、トナーへの迅速且つ均一な帯電付与能、及び被覆層の強度が不十分となるので好ましくない。一方、球状粒子の真密度が0.9 g/cm^3 より小さい場合にも、被覆層中での球状粒子の分散性が不十分となり易いため、好ましくない。

【0031】本発明で言う球状粒子における球状とは、粒子の長径/短径の比が1.0～1.5程度のものを意味しているが、更に好ましくは、長径/短径の比が1.0～1.2の真球状により近い球状粒子を使用することがよい。即ち、球状粒子の長径/短径の比が1.5を超える場合には、導電性樹脂被覆層中での球状粒子の分散性が低下すると共に、該被覆層中への含窒素複素環化合物の分散性の低下、及び被覆層表面の粗さの不均一化が発生し、トナーに対する迅速且つ均一な帯電付与性、及び、形成される導電性樹脂被覆層の被覆強度の点からも好ましくない。

【0032】本発明に用いられる球状粒子としては、公知の球状粒子が使用可能である。例えば、球状の樹脂粒子、球状の金属酸化化合物、球状の炭素化合物粒子等が挙げられる。又、球状の樹脂粒子としては、例えば、懸濁重合、分散重合等によって直接得られる所望の粒径を有する球状の樹脂粒子が挙げられる。本発明においては、これらの中でも特に球状の樹脂粒子が、より少ない添加量で好適な表面粗さが得られ、更に均一な表面形状

が得られ易いので好適である。このような球状の樹脂粒子としては、ポリアクリレート、ポリメタクリレート等のアクリル系樹脂粒子、ナイロン等のポリアミド系樹脂粒子、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン系樹脂粒子、シリコン系樹脂粒子、フェノール系樹脂粒子、ポリウレタン系樹脂粒子、スチレン系樹脂粒子、ベンゾグアナミン粒子、等々が挙げられる。これらの樹脂粒子は、先に述べた重合法によって得られるものに限定されず、粉砕法により得られた樹脂粒子を、熱的に或いは物理的な球形状処理を行ったものを用いてもよい。

【0033】更に、本発明においては、上記した球状粒子の表面に、無機微粉末を付着させたり、或いは固着させて用いてもよい。この際に行う無機微粉末としては、例えば、 SiO_2 、 SrTiO_3 、 CeO_2 、 CrO 、 Al_2O_3 、 ZnO 、 MgO の如き酸化物、 Si_3N_4 の如き窒化物、 SiC の如き炭化物、 CaSO_4 、 BaSO_4 、 CaCO_3 の如き硫酸塩や炭酸塩、等々が挙げられる。このような無機微粉末は、カップリング剤により処理したものをを用いてもよい。

【0034】特に、結着樹脂との密着性を向上させる目的で、或いは球状粒子に疎水性を与える等々の目的で、無機微粉末をカップリング剤で処理したものを使用することが好ましい。この際に行うカップリング剤としては、例えば、シランカップリング剤、チタンカップリング剤、ジルコアルミネートカップリング剤等がある。より具体的には、例えば、シランカップリング剤としては、ヘキサメチルジシラン、トリメチルシラン、トリメチルクロロシラン、トリメチルエトキシシラン、ジメチルジクロロシラン、メチルトリクロロシラン、アリルジメチルクロロシラン、アリルフェニルジクロロシラン、ベンジルジメチルクロロシラン、ブロムメチルジメチルクロロシラン、 α -クロロエチルトリクロロシラン、 β -クロロエチルトリクロロシラン、クロルメチルジメチルクロロシラン、トリオルガノシリルメルカプタン、トリメチルシリルメルカプタン、トリオルガノシリルアクリレート、ビニルジメチルセトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、ジフェニルジエトキシシラン、ヘキサメチルジシロキサン、1,3-ジフェニルテトラメチルジシロキサン、1,3-ジフェニルテトラメチルジシロキサン、及び、1分子当たり2～12個のシロキサン単位を有し、末端に位置する単位に大々1個あての硅素原子に結合した水酸基を含有したジメチルポリシロキサン等が挙げられる。

【0035】以上のようにして、好ましくはカップリング剤で処理された無機微粉末を球状粒子表面に付着或いは固着して処理することによって、導電性樹脂被覆層中の球状粒子の分散性、該被覆層表面の均一性や耐汚染性、トナーへの帯電付与性、導電性樹脂被覆層の耐摩擦性等を向上させることができる。

【0036】更に、本発明においては、上記の球状粒子

として導電性のものを使用することが好ましい。即ち、球状粒子に導電性を持たせることによって、その導電性のゆえに球状粒子表面にチャージが蓄積しにくくなるので、現像剤担持体へのトナー付着の軽減や、トナーに対する帯電付与能を向上させることができる。その際に使用する球状粒子としては、体積抵抗値が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、より好ましくは $10^3 \sim 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ の導電性を有するものが好ましい。即ち、本発明において使用する球状粒子の体積抵抗が $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ を超えると、摩擦によって被覆層表面に露出した球状粒子を核としてトナーの汚染や融着が発生し易くなると共に、迅速且つ均一なトナーの帯電が行われにくくなるため、好ましくない。

【0037】このような体積抵抗を有する導電性球状粒子を得る方法としては、以下のような方法を用いることが好ましいが、必ずしもこれらの方法に限定されるものではない。即ち、本発明に好適に使用できる導電性球状粒子を得る方法としては、例えば、樹脂系球状粒子やメソカーボンマイクロビーズを炭化して、炭素化及び/又は黒鉛化して低密度且つ良導電性の球状炭素粒子を得る方法が挙げられる。そして、この際に用いる樹脂系球状粒子としては、例えば、フェノール樹脂、ナフタレン樹脂、フラン樹脂、キシレン樹脂、ジビニルベンゼン重合体、スチレン-ジビニルベンゼン共重合体、ポリアクリロニトリル等の樹脂が挙げられる。又、メソカーボンマイクロビーズは、通常、中ピッチを加熱焼成していく過程で生成する球状結晶を、多量のタール、中油、キノリンの如き溶剤で洗浄することによって製造することができ。

【0038】本発明で使用できるより好ましい導電性球状粒子を得る方法としては、フェノール樹脂、ナフタレン樹脂、フラン樹脂、キシレン樹脂、ジビニルベンゼン重合体、スチレン-ジビニルベンゼン共重合体、ポリアクリロニトリルの如き球状樹脂粒子表面に、メカノケミカル法によってバルクメソフェーズピッチを被覆し、被覆された粒子を酸化性雰囲気中で熱処理した後に、不活性雰囲気下又は真空中で焼成して炭素化及び/又は黒鉛化し、導電性球状炭素粒子を得る方法が挙げられる。この方法で得られる球状炭素粒子は、黒鉛化されることによって球状炭素粒子の被覆部の結晶化が進み、導電性が向上したものとなるので、本発明において使用する球状粒子としてはより好ましい。

【0039】上記した方法で得られる導電性の球状炭素粒子は、いずれの方法で製造する場合においても、焼成条件を変化させることによって得られる球状炭素粒子の導電性ある程度制御することが可能であるので、本発明において好ましく使用できる球状炭素粒子が容易に得られる。又、上記の方法で得られる球状炭素粒子は、場合によっては更に導電性を高めるために、導電性球状粒子の真密度が 3 g/cm^3 を超えない程度の範囲で、そ

の表面に、導電性の金属及び/又は金属酸化物のメッキを施してもよい。

【0040】本発明で好適に使用できる導電性球状粒子を得る他の方法としては、球状樹脂粒子からなる芯粒子に対して、芯粒子の粒径より小さい導電性微粒子を適当な配合比で機械的に混合することによって、ファンデルワールス力及び静電気力の作用により、芯粒子の周囲に均一に導電性微粒子を付着させた後、例えば、機械的衝撃力を付与することによって生ずる局部的温度上昇により芯粒子表面を軟化させ、芯粒子表面に導電性微粒子を固着させて該粒子で芯粒子表面を被覆し、上記の芯粒子に、有機化合物からなる真密度の小さい球形の樹脂粒子を使用することが好ましく、樹脂としては、例えば、PMA、アクリル樹脂、ポリブタジエン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブタジエン、又はこれらの共重合体、ベンゾグアナミン樹脂、フェノール樹脂、ポリアミド樹脂、ナイロン、フッ素系樹脂、シリコン樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエステル樹脂等が挙げられる。これらの材料からなる芯粒子（母粒子）の表面に被覆させる導電性微粒子（小粒子）としては、導電性微粒子からなる被膜が芯粒子表面に均一に設けられるようにするために、小粒子として、その粒径が母粒子の粒径に対して $1/8$ 以下であるものを使用することが好ましい。

【0041】更に、本発明に好適に使用できる導電性球状粒子を得る他の方法としては、球状樹脂粒子中に導電性微粒子を均一に分散させることにより、導電性微粒子が分散された導電性球状粒子を得る方法が挙げられる。球状樹脂粒子中に導電性微粒子を均一に分散させる方法としては、例えば、結着樹脂と導電性微粒子とを混練して導電性微粒子を分散させた後、冷却固化し、所定の粒径に粉砕し、機械的処理及び熱的処理により球形化して導電性球状粒子を得る方法；又は、重合性単量体中に重合開始剤、導電性微粒子及びその他の添加剤を加え、分散液によって均一に分散させた重合性単量体組成物を、分散安定剤を含有する水中に攪拌機等によって所定の粒径径になるように懸濁させて重合を行ない、導電性微粒子が分散された球状粒子を得る方法等が挙げられる。

【0042】これらの方法で得られる結着樹脂中に導電性微粒子が分散された導電性球状樹脂粒子の場合においても、これを芯粒子とし、前記したと同様に、該芯粒子よりも小さい粒径の導電性微粒子を適当な配合比で機械的に混合して、ファンデルワールス力及び静電気力の作用により、導電性球状粒子の周囲に均一に導電性微粒子を付着させた後、例えば、機械的衝撃力を付与することによって生ずる局部的温度上昇により導電性球状粒子の表面を軟化させ、芯粒子表面に導電性微粒子を固着させて導電性微粒子で芯粒子表面を被覆して、更に導電性を高

めて使用してもよい。

【0043】更に、本発明の現像装置においては、現像装置を構成する現像剤本体として、その表面に設けられている導電性樹脂被覆層中に、上記構成に加えて更に潤滑性物質が分散されていると、より本発明の効果が促進されるので好ましい。この際可以使用できる潤滑性物質としては、例えば、グラファイト、二硫化モリブデン、窒化硼素、雲母、フッ化グラファイト、銀-一セレン化ニオブ、塩化カルシウム-グラファイト、滑石、ステアリン酸亜鉛等の脂肪酸金属塩等が挙げられる。これらのなかでも特にグラファイトは、導電性樹脂被覆層の導電性を損わないので好ましく用いられる。又、これらの潤滑性物質としては、個数平均粒径が、好ましくは0.2〜2.0 μm 程度、より好ましくは、0.3〜1.5 μm のものを使用してもよい。

【0044】更に、上記潤滑性物質の添加量としては、結着樹脂100重量部に対して、10〜120重量部の範囲で添加した場合に特に好ましい結果を与える。即ち、添加量が120重量部を超える場合は被膜強度の低下が生じ易く、又潤滑性物質を多量に添加することは、トナーの帯電量の低下を生じ易い。逆に10重量部未満では、摩擦帯電付与部材へのトナー付着防止に対する添加効果を得ることができにくい。

【0045】本発明で使用する現像剤掛持体を構成する導電性樹脂被覆層の結着樹脂材料としては、一般に公知の樹脂がいずれも使用可能である。例えば、スチレン系樹脂、ビニル系樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリアミド樹脂、フッ素樹脂、繊維素系樹脂、アクリル系樹脂等の熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、アルキッド樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ポリウレタン樹脂、尿素樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂等の熱硬化性あるいは光硬化性の樹脂等を使用することができる。これらの中で、シリコン樹脂、フッ素樹脂のような絶縁性に優れたもの、或いは、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンオキサイド樹脂、ポリアミド樹脂、フェノール樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂のような機械的性質に優れたものを使用することがより好ましい。

【0046】本発明で使用する現像剤掛持体は、少なくとも、基体及びその上に形成した上記で説明した材料からなる導電性樹脂被覆層から構成される。基体としては、金属円筒管が使用されるが、金属円筒管としては、例えば、ステンレススチール及びアルミニウム製の円筒管が好適に用いられる。又、その上に形成する導電性樹脂被覆層の各構成成分の構成比について説明する。しかし、これは本発明において特に好ましい範囲であって、本発明はこれに限定されるものではない。先ず、導電性樹脂被覆層中に分散させる含窒素複素環化合物の含有量

としては、被膜形成材料である結着樹脂100質量部に対して、好ましくは0.5〜6.0質量部、より好ましくは1〜5.0質量部の範囲とした場合に、特に好ましい結果を与える。即ち、含窒素複素環化合物の含有量が0.5質量部未満の場合には含窒素複素環化合物の添加効果が小さく、6.0質量部を超える場合には、導電性樹脂被覆層の体積抵抗を低く制御することが難しくなり、チャージ・アップ現象が発生し易くなると共に、球状粒子の添加効果が得られ難くなる。

【0047】導電性樹脂被覆層中に含窒素複素環化合物と併用して分散含有させる導電性微粒子の含有量としては、結着樹脂100質量部に対して、好ましくは4.0質量部以下、より好ましくは2〜3.5質量部の範囲で使用すると特に好ましい結果が得られる。即ち、導電性微粒子の含有量が4.0質量部を超える場合には、導電性樹脂被覆層の被膜強度の低下、及びトナーの帯電量の低下が認められるため、好ましくない。

【0048】更に、本発明の好ましい態様において、導電性樹脂被覆層中に分散させる球状粒子の含有量としては、結着樹脂100質量部に対して、好ましくは2〜12.0質量部、より好ましくは2〜8.0質量部の範囲とした場合に、特に好ましい結果が得られる。即ち、球状粒子の含有量が2質量部未満の場合には球状粒子の添加効果が小さく、12.0質量部を超える場合にはトナーの帯電性が低くなり過ぎてしまう場合がある。

【0049】又、導電性樹脂被覆層中に潤滑性粒子を併用して含有させる場合には、潤滑性粒子の含有量を、結着樹脂100質量部に対して好ましくは5〜1.0質量部、より好ましくは10〜100質量部の範囲とした場合に特に好ましい結果を与える。即ち、潤滑性粒子の含有量が120質量部を超える場合には、被膜強度の低下及びトナーの帯電量の低下が認められ、5質量部未満では、7 μm 以下の小粒径トナーを用いて、長期間に渡って現像装置を使用してもよい充分な画像濃度が得られる。導電性樹脂被覆層表面にトナー汚染が発生し易くなる傾向がみられる。

【0050】本発明においては、上記のような構成材料によって導電性樹脂被覆層を形成する場合に、その表面粗度を中心線平均粗さ（以下、「 R_a 」と称す）で表した場合に、 R_a の値が好ましくは0.3〜3.5 μm の範囲内、より好ましくは0.5〜3.0 μm の範囲内となるように調整することが好ましい。即ち、導電性樹脂被覆層表面の R_a が0.3 μm 未満の場合には、トナーの搬送性が低下してしまい充分な画像濃度が得られなくなる場合があり、一方、導電性樹脂被覆層表面の R_a が3.5 μm を超える場合には、トナーの搬送量が多くなり過ぎてトナーが十分に帯電できなくなる場合が生じる場合がある。

【0051】更に、上記したような構成の導電性樹脂被覆層は、その層厚、好ましくは2.5 μm 以下、より好ましくは2.0 μm 以下、更に好ましくは4〜2.0 μm と

すると均一な膜厚が得られるのであるが好ましい。しかし、特にこの層厚に限定されるものではない。このような層厚の導電性樹脂被覆層は、該導電性樹脂被覆層の形成材料にもよるが、附着重量として、 $4.000 \sim 20.000 \text{ mg/cm}^2$ 程度にすれば得られる。

【0052】次に、本発明の現像装置において、上記した構成の現像剤保持体と共に用いる静电潜像から可視画像を得るために用いる現像剤（トナー）について説明する。本発明においては、現像剤として、少なくともトナー粒子及び無機微粉体を有する負帯電性トナーを用いるが、先ず、トナー粒子のフロー式粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、円相当径が $0.60 \mu\text{m}$ 以上 $1.00 \mu\text{m}$ 未満の範囲の粒子の占める割合が、個数基準で全体の 5.0% 未満であるトナー粒子を用いることを特徴とする。更には、トナー粒子の円相当径 $1.00 \mu\text{m}$ 未満の粒子が除去されたトナーを使用することが好ましい。

【0053】本発明におけるトナー粒子の円相当径及び粒度分布は、東亜化学電子（株）製のフロー式粒子像分析装置 FPIA-1000 を用いて測定した値を用いた。この装置において、円相当径はどのように測定される。測定法としては、先ず、フィルターを通す等の手段で微細なゴミを取り除いた水（ 10^{-1} cm^3 ）の粒子数が 20 個以下に、分散剤として界面活性剤（好ましくはアルキルベンゼンスルホン酸塩）を数滴加え、更に、測定試料を $2 \sim 20 \text{ mg}$ 程度加えて超音波分散器で約 $1 \sim 3$ 分間分散処理を行い、この中に測定試料を投入し、粒子濃度を $4.000 \sim 8.000 \text{ 個}/10^{-1} \text{ cm}^3$ に調整した測定用試料液を作製する。このようにして得た測定用試料液をフローセル中に薄い層にして流し、その流動する粒子の投影写真を撮影して、粒子一個一個について投影面積を測定し、それと同じ面積を有する真円の直径を算出してこれを円相当径とした。更に、この値から円相当径の粒度分布を求め、粒径 $0.60 \mu\text{m}$ 以上 $1.00 \mu\text{m}$ 未満の粒子の個数基準率と個数平均粒径を算出した。

【0054】従来、 $1.00 \mu\text{m}$ 以下の粒径を測定することが可能な装置はいくつが存在していたが、 $1.00 \mu\text{m}$ 以下の領域はノイズが大きく影響し、データの再現性に問題があった。上記で述べたフロー式粒子像分析装置は、 $1.00 \mu\text{m}$ 以下の粒径領域でも再現性がよく、又、突然に粒子画像としての情報が必要に得られるため、粒子形状やその状態等の確認もできるという点で優れている。

【0055】本発明において用いるトナー粒子は、上記のようにして測定した円相当径による粒度分布において、 $0.60 \mu\text{m}$ 以上 $1.00 \mu\text{m}$ 未満の割合が個数基準で 5.0% 未満に調整され、より好ましくは、円相当径 $1.00 \mu\text{m}$ 未満のトナー粒子が除去された状態に調整されているが、更に、その個数平均粒径が $4 \sim 1$

$0 \mu\text{m}$ である微粒径のトナーを使用した場合に、問題解決がより充分にできる。即ち、トナー粒子の円相当径による粒度分布において、円相当径 $0.60 \mu\text{m}$ 以上 $1.00 \mu\text{m}$ 未満の粒子の占める割合が個数基準で 5.0% よりも多い場合には、トナー粒子一個における外添剤量が少なくなり、転写前のトナーの荷電量を充分に高めることができず、ネガスリープゴーストが悪化するを生じる。更に、本発明の現像装置に使用するトナーの個数平均粒径が $4 \mu\text{m}$ 未満の場合は、クリーニング不良が発生する傾向があり、一方、個数平均粒径が $10 \mu\text{m}$ を超える場合は、トナーが感光体に附着する所謂フィルミングが発生する傾向がある。

【0056】更に、本発明において用いるトナー粒子は、円相当径が $3 \mu\text{m}$ 以上の粒子の円形度分布において、円形度 $a = 0.90$ 以上の粒子を個数基準で 90% 乃至 100% 含有していることが好ましく、より好ましくは 93% 乃至 100% 含有していることがよく、円形度 $a = 0.98$ 以上の粒子を個数基準で 90% 乃至 30% 未満含有していることが好ましい。円形度 $a = 0.90$ 以上の粒子の含有量が 90% よりも少ない場合には、トナーの感光体に対する付着力が増し、転写性が悪化する傾向がある。又、円形度 0.98 以上の粒子が 30% 以上含有されているトナーの場合には、クリーニング不良が発生する恐れがある。

【0057】本発明において用いる円形度とは、粒子の形状を定量的に表現する簡便な方法として用いたものであり、例えば、東亜化学電子製フロー式粒子像分析装置 FPIA-1000 を用いて、下記式より得られた値（a）を円形度と定義する。従って、真球の場合には $a = 1$ になる。更に、本発明におけるトナー粒子の円形度分布は、上記粒子像分析装置を用いて、前記した円相当径の測定と同様の方法で下記式により算出した。

【0058】

$$\text{【数2】} \quad a = L_0 / L \quad \cdots (1)$$

L_0 : 粒子長と同じ投影面積を持つ円の周長

L : 粒子像の周長

【0059】次に、本発明の現像装置で使用される上記した特性を有するトナー粒子及び無機微粉体を含有する負帯電性トナーの構成材料について説明する。先ず、トナー粒子を構成する結着樹脂について説明する。結着樹脂の種類としては、例えば、ポリエチレン、ポリパークロルスチレン、ポリビニルトルエン等のスチレン及びその置換体の単重合体、スチレン-パークロルスチレン共重合体、スチレン-ビニルトルエン共重合体、スチレン-ビニルナフタリン共重合体、スチレン-アクリル酸エステル共重合体、スチレン-メタクリル酸エステル共重合体、スチレン-クロロメタクリル酸メチル共重

合体、スチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン-ビニルメチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルエチルエーテル共重合体、スチレン-ビニルメチルケトン共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-イソプレン共重合体、スチレン-アクリロニトリル-インデン共重合体等のスチレン系共重合体；ポリ塩化ビニル、フェノール樹脂、天然変性フェノール樹脂、天然樹脂変性マレイン酸樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリ酢酸ビニル、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン、ポリアミド樹脂、フラン樹脂、エポキシ樹脂、キシレン樹脂、ポリビニルチラール、て

るベン樹脂、クマロンインデン樹脂、石油系樹脂等が挙げられる。又、架橋されたスチレン系樹脂も好ましい結着樹脂である。

【0060】スチレン系共重合体のスチレンモノマーに対するコモノマーとしては、例えば、アクリル酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸オクチル、アクリル酸-2-エチルヘキシル、アクリル酸フェニル、メタクリル酸、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、メタクリル酸オクチル、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、アクリルアミド等のような二重結合を有するモノカルボン酸若しくはその置換体；例えば、マレイン酸、マレイン酸ブチル、マレイン酸メチル、マレイン酸ジメチル等のような二重結合を有するジカルボン酸、及びその置換体；例えば、塩化ビニル、酢酸ビニル、安息香酸ビニル等のようなビニルエステル類、例えば、エチレン、プロピレン、ブチレン等のようなエチレン系オレフィン類；例えばビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン等のようなビニルケトン類；例えば、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニルイソブチルエーテル等のようなビニルエーテル類；等のビニル単量体を単独若しくは組み合わせて使用できる。

【0061】又、必要に応じて使用される架橋剤としては、主として2個以上の重合同可能な二重結合を有する化合物が用いられる。具体的には、例えば、ジビニルベンゼン、ジビニルナフテン等のような芳香族ジビニル化合物；例えば、エチレンジグリコールジアクリレート、エチレンジグリコールジメタクリレート、1,3-ブタンジオールジメタクリレート等のような二重結合を2個有するカルボン酸エステル；ジビニルアニリン、ジビニルエーテル、ジビニルスルフィド、ジビニルスルホン等のジビニル化合物；及び3個以上のビニル基を有する化合物；を独若しくは混合体で使用できる。

【0062】本発明で用いられるトナーは、上記した結着樹脂中に下記に挙げるような結着剤を分散あるいは溶解して形成することができるが、以下、トナーの構成材料として好適な着色剤について説明する。黒色の着色剤としては、カーボンブラック、磁性体、以下に示すイエロ

ー/マゼンタ/シアン着色剤を用い、黒色に調色されたものが利用される。

【0063】イエロー着色剤としては、縮合アゾ化合物、イソインドリノン化合物、アンスラキノン化合物、アゾ金属錯体、メチン化合物、アリウムド化合物に代表される化合物が用いられる。具体的には、C. 1. ビグメントイエロー12、13、14、15、17、62、74、83、93、94、95、97、109、110、111、120、127、128、129、147、168、174、176、180、181、191等が好適に用いられる。

【0064】マゼンタ着色剤としては、縮合アゾ化合物、ジケトピロロピロール化合物、アンスラキノン、キナクリドン化合物、塩基染料レーキ化合物、ナフトール化合物、ベンズイミダゾロン化合物、チオインジゴ化合物、ペリレン化合物が用いられる。具体的には、C. 1. ビグメントレッド2、3、5、6、7、23、48；2、48；3、48；4、57；1、81；1、144、146、166、169、177、184、185、202、206、220、221、254が特に好ましい。

【0065】シアン着色剤としては、銅フタロシアニン化合物及びその誘導体、アンスラキノン化合物、塩基染料レーキ化合物等が用いられる。具体的には、C. 1. ビグメントブルー1、7、15、15；1、15；2、15；3、15；4、60、62、66等が特に好適に利用できる。

【0066】これらの着色剤は、単独又は混合し、更には固溶体の状態で用いることができる。又、トナーを構成する場合には、これらの着色剤から、色相、彩度、明度、耐候性、OHP透明性、及び使用する結着樹脂中への分散性の点等から、適宜に選択されて使用される。これらの着色剤の添加量は、結着樹脂100質量部に対して1〜20質量部添加して用いられる。但し、黒色着色剤として磁性体を用いた場合には、他の着色剤の場合と異なり、樹脂100質量部に対し30〜200質量部添加して用いられる。

【0067】本発明の現像装置に使用するトナーが磁性トナーである場合には、トナー中に磁性体を含有し得るが、このような磁性粉としては、磁場の中におかれて磁化される物質が用いられる。磁性体としては、例えば、鉄、コバルト、ニッケル、銅、マグネシウム、マンガ、アルミニウム、珪素等の元素を含む金属化合物等がある。中でも四酸化鉄、γ-酸化鉄等、酸化鉄を主成分とするものが好ましい。又、トナーの帯電性をコントロールするという観点からは、珪素元素又はアルミニウム元素等、他の金属元素を含有していてもよい。これら磁性粒子は、窒素吸着法によるBET比表面積が、好ましく2〜3m²/g、特に3〜28m²/g、更には、モース硬度が5〜7の磁性粉を用いることが好ましい。

【0068】磁性体の形状としては、8面体、6面体、球状、針状、鱗片状等があるが、本発明において用いるものとしては、8面体、6面体、球体、不定形型の異方性の少ないものが画像濃度を高める上で好ましい。又、使用する磁性体の平均粒径としては、0.05~1.0 μm が好ましく、更に好ましくは0.1~0.6 μm 、更には0.1~0.4 μm が好ましい。更に、トナー中の磁性体重量としては、結着樹脂100質量部に対し30~200質量部、好ましくは40~200質量部、更には50~150質量部とすることが好ましい。即ち、30質量部未満ではトナー搬送に磁気力を用いる現象装置においては、搬送性が不十分であり、現象剤担持体上の現象剤層にむらが生じ、画像むらとなる傾向があり、更に、現象剤トリボの上昇に起因する画像濃度の低下が生じ易いという傾向がある。一方、200質量部を超えると、定着性に問題が生ずる傾向がある。

【0069】本発明の現象装置においては、トナーとして非磁性トナーを用いることもできる。この場合に、キャリアと混合して二成分系現象剤として用いることもできるし、或いは、キャリアと混合せずに非磁性一成分系現象剤として用いることもできる。

【0070】本発明の現象装置では、トナー粒子及び無機微粉体を有する負帯電性トナーを使用するが、この際には、上記したトナー粒子に無機微粉体を外添させたものを使用することが好ましい。使用する無機微粉体としては、帯電安定性、現象性、流動性、保存性向上のため、シリカ、アルミナ、チタニア等の無機微粉体、或いはその複酸化物の中から選ばれることが好ましい。更には、シリカであることがより好ましい。シリカとしては、例えば、珪素ハロゲン化合物やアルコキシドの蒸気相酸化により生成された所謂乾式法、又はヒュームドシリカと称される乾式シリカ、及びアルコキシド、水ガラス等から製造されるいわゆる湿式シリカの両者が使用可能であるが、表面及びシリカ微粉体の内部にあるシラノール基が少なく、又、 Na_2O 、 SiO_2 等の製造残滓の少ない乾式シリカの方が好ましい。又、乾式シリカにおいては、製造工程において、例えば、塩化アルミニウム、塩化チタン等、他の金属ハロゲン化合物を触媒ハロゲン化合物と共に用いることによってシリカと他の金属酸化物の複合微粉体を得ることも可能であるが、それらも包含する。

【0071】本発明で用いるこれらの無機微粉体は、BET法で測定した素素吸着による比表面積が $30\text{m}^2/\text{g}$ 以上、特に $50\sim400\text{m}^2/\text{g}$ の範囲のものが良好な結果を与え、トナー100質量部に対してシリカ微粉末0.1~8質量部、好ましくは0.5~5質量部、更に好ましくは1.0を超えて3.0質量部まで使用するのが特によい。本発明においては、無機微粉体の比表面積を、BET法に従って、比表面積測定装置オートソープ1(湯浅アイコニクス社製)を用いて、試料表面に空

素ガスを吸着させてBET多点法を用いて算出した。

【0072】又、本発明で用いるこれらの無機微粉体は、必要に応じて、疎水化、帯電性制御等の目的で、シリコンワニス、シリコンオイル、各種変性シリコンオイル、シランカップリング剤、官能基を有するシランカップリング剤、その他有機珪素化合物、有機チタン化合物等の処理剤で、或いは、種々の処理剤で併用して処理されていることも可能であり、好ましい。トナーの保存性が安定に維持されるようにするためには、少なくともシリコンオイルで処理された無機微粉体を使用することが好ましい。

【0073】本発明において用いるトナーには、上記したシリカ微粉体等の無機微粉体以外にも、必要に応じて外部添加剤を添加してもよい。例えば、帯電補助剤、導電性付与剤、流動性付与剤、ケーキング防止剤、熱ロール定着時の離型剤、滑剤、研磨剤等の働きをする樹脂微粉体等が挙げられる。

【0074】この際使用する樹脂微粉体としては、その平均粒径が0.05~2.0 μm のものが好ましい。又、その樹脂を構成する重合性単量体としては、スチレン、 α -メチルスチレン、 m -メチルスチレン、 p -メチルスチレン、 p -メトキシスチレン、 p -エチルスチレン等のスチレン系単量体、アクリル酸、メタクリル酸等のメタクリル酸類、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸 n -ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸 n -プロピル、アクリル酸 n -オクチル、アクリル酸デシル、アクリル酸2-エチルヘキシル、アクリル酸ステアрил、アクリル酸2-クロロエチル、アクリル酸フェニル等のアクリル酸エステル類、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸 n -プロピル、メタクリル酸 n -ブチル、メタクリル酸イソブチル、メタクリル酸 n -オクチル、メタクリル酸デシル、メタクリル酸2-エチルヘキシル、メタクリル酸ステアрил、メタクリル酸フェニル、メタクリル酸ジメチルアミノエチル、メタクリル酸ジエチルアミノエチル等のメタクリル酸エステル類、その他のアクリリル、メタクリロニトリル、アクリルアミド等の単量体、ベンゾグアナミンホルムアルデヒド樹脂、メラミン系樹脂が挙げられるが、特にメラミン系樹脂を用いると、トナーの迅速且つ均一な帯電をより向上させることができるので、好ましい。重合方法としては、懸濁重合、乳化重合、ソープフリー重合等が使用可能であるが、より好ましくは、ソープフリー重合によって得られる粒子がよい。

【0075】本発明においては、必要であれば、トナー粒子中にワックスを内添させても構わない。用いられるワックスとしては、ポリプロピレン、ポリエチレン、マイクロクリスタリンワックス、カルナバワックス、サゾールワックス、パラフィンワックス、高級アルコール系ワックス、エステルワックス等及びこれらの酸化物やグ

ラフト変性物等が挙げられる。これらの低分子量ワックスは、例えば、トナー製造時に、予め結着樹脂中に添加しておき、トナー粒子中に混合させてもよい。添加量としては、結着樹脂 100 質量部に対し約 1～20 質量部程度とすることが好ましい。

【0076】又、本発明においては、必要に応じて荷電制御剤が配合（内添）されたトナー粒子を用いてもよい。荷電制御剤によって、現像システムに応じた最適の荷電量コントロールが可能になり、特に、本発明では、粒度分布と荷電量とのバランスを更に安定したものとすることが可能となる。トナーを負荷電性に制御する荷電制御剤としては下記の物質が挙げられる。例えば、有機金属錯体、キレート化合物が有効であり、モノアゾ金属錯体、アセチルアセトン金属錯体、芳香族ハイドロキシルボン酸、芳香族ダイカルボン酸系の金属錯体がある。他には、芳香族ハイドロキシルカルボン酸、芳香族モノ及びポリカルボン酸及びその金属塩、無水物、エステル、ビスフェノール等のフェノール誘導体類等がある。

【0077】上述した荷電制御剤は微粒子状で用いることが好ましい。更に、この場合に、個数平均粒径が、 $4\mu\text{m}$ 以下、更には $3\mu\text{m}$ 以下の荷電制御剤を用いることが特に好ましい。これらの荷電制御剤をトナー粒子中に内添する場合は、結着樹脂 100 質量部に対して 0.1～20 質量部、特に、0.2～10 質量部程度使用することが好ましい。

【0078】上記したような材料からなるトナーを作成するには、従来公知の方法が用いられる。例えば、一般的に行なわれている、結着樹脂、着色剤としての顔料、染料、又は磁性体、必要に応じて添加される、ワックス、金属塩乃至金属錯体、荷電制御剤その他の添加剤等からなるトナー形成材料を、ヘンシェルミキサー、ボールミル等の混合器により充分混合してから、加熱ロール、ニーダー、エクストルーダーの如き熱混練機を用いて溶融混練して、樹脂類をお互いに相溶せしめた中に着色剤、金属化合物等を分散又は溶解せしめ、冷却固化後、粉砕して、必要に応じて分級及び表面処理を行ってトナー粒子を得、更に、無機微粉体等を添加混合して製造する方法が好ましく用いられる。

【0079】先に述べたように、本発明においては、円相当径による粒度分布において、 $0.60\mu\text{m}$ 以上 $1.00\mu\text{m}$ 未満の占める割合が個数基準で 5.0%未満に調整されたトナー、より好ましくは、トナー粒子の円相当径 1.0 μm 未満の粒子が除去された状態に調整されたトナーを使用するが、円相当径 1.0 μm 未満のトナー粒子の除去を行なう場合に、下記に説明する機械的衝撃力を加える処理によって行なうことが好ましい。即ち、機械的衝撃力を加える手段としては、例えば、川崎重工社製のリフトロシシステムやターボ工業社製のターボミル等の機械衝撃式粉砕機を用いる方法、又、ホソカワ

ミクロン社製のメカノフージョンシステムや奈良機械製作所製のハイブリダイゼーションシステム等の装置のように、高速回転する羽根によりトナーをケーシングの内側に遠心力により押しつけて、圧縮力、摩擦力等の力によりトナーに機械的衝撃力を加える方法が挙げられる。

【0080】具体的に、本発明で使用する円相当径による粒度分布において、 $0.60\mu\text{m}$ 以上 $1.00\mu\text{m}$ 未満の占める割合が個数基準で 5.0%未満に調整されたトナーを得るためには、例えば、図 7 に示す機械衝撃式粉砕機であるターボ工業社製のターボミルを使い、 35°C 以上の雰囲気下で、ブレード 116 の周速が 60m/s 秒～ 150m/s 秒程度の範囲でローター 114 を回転させて、トナーを微粉砕しながら円形度分布と粒度分布を整える方法、或いは、それに加えて、機械的衝撃力による表面処理を行ってトナー粒子を球形化させる等の方法を用いることが好ましい。又、このような機械的衝撃力を加える場合は、トナーの微粉砕行程の後、或いは、更に分級行程を経た後に行うと、ネガスリープゴーストを高める上で特に好ましい。

【0081】機械衝撃式粉砕機の構成について、図 7 を参照しながら説明する。図 7 の断面図に示されているように、該装置では、処理室 110 内に、水平方向の円盤上に 4 枚の処理ブレード 116 が水平に取り付けられた垂直方向に回転するローター 114 が、水平方向に延びる回転軸 115 に沿って 4 段配置されており、該ローター 114 によって、トナー粒子に機械的衝撃力が与えられ、その粒子の表面改質が行なわれる（以下、これを表面改質装置と呼ぶ）。

【0082】上記した図 7 に示した装置による表面処理の具体的な方法としては、駆動モーター 104 の可動により、夫々のローター 114 を周速 40m/s で回転させ、表面改質装置の出口側にサイクロン 120 及びブローア 124 を取り付け、ブローア 124、 2m にて吸引した状態で、表面改質装置上部のトナー供給口 111 から、トナー取留器 140 中のトナーを、オートフィーダ 145 にて毎時 20kg の速度で供給して、トナー粒子の表面処理を行う。即ち、上記のようにして表面改質装置の処理室 110 に導入されたトナーは、回転する処理ブレード 116 と処理室 110 の内壁との微小空隙 113 を通過する際に衝撃力を受けて、球形化処理される。そして、上記のようにして球形化処理されたトナーは、出口 104 からサイクロン入り口 119 を通って、ロータリーバルブ 121 で回収される。尚、トナーのバグ微粉は、バグフィルタ 122 を通って、ロータリーバルブ 123 で回収される。この結果、トナー表面が球形化処理されると共に、円形度分布を所望の状態に整えることが容易にできる。

【0083】以下、図 5 及び図 6 に示した機械的衝撃力を加える衝撃式表面処理装置について説明する。図 5 は正面断面図、及び図 6 は横断面図を示す。図 5 及び図 6

にしましたように、この装置では、駆動手段によって回転軸 161 を駆動し、表面処理すべき物質の性質により粒子が解砕しない程度の周速で回転盤 162 を回転させると、該回転盤の回転に伴って発生した急激な気流により、衝撃室 168 に閉じこめられる循環流 163 を巡って回転盤 162 の中心部に戻る循環流れを起こす。そこで、一定量の被処理粉体を原料ホッパー 164 から衝撃室 168 に投入すると、投入された被処理粉体は高速回転する回転盤 162 によって瞬間的な打撃を受け、更に周辺の衝突リング 158 に突入して衝撃作用を受けた後、循環流により循環路 163 を巡って再び衝撃室 168 内へと戻り、再度打撃作用を受けて表面処理が行われ、球形化されたトナー粒子が得られる。この際、回転盤 162 に設けられているブレード 155 の周速が、60m/秒～150m/秒の範囲になるように回転盤 162 を回転させることが好ましい。上記のようにして球形化処理されたトナーは、出口 10 からサイクロン入り口 119 を通って、ロータリーバルブ 121 で回収される。尚、トナーのバグ徴粉は、バグフィルター 122 を通って、ロータリーバルブ 123 で回収される。この結果、上記の処理を行うことによつて、トナー表面が球形化処理されたと共に、円形度分布を所望の状態に整えることが容易にできる。

【0084】本発明で使用するトナーを調整する場合には、所望の粒度分布となるように分級処理することが好ましいが、分級処理と、上記で説明したようなトナー粒子形状を球形化させるための表面処理の順序がどちらが先でもよい。尚、分級行に於いては、生産効率上、多分積分級機を用いることが好ましい。

【0085】本発明の現像装置及び画像形成装置は、以上説明したような構成の現像剤担持体及び現像剤が組み込まれて構成されるが、以下、これについて説明する。図 1 は、本発明の現像装置の一実施形態の模式図を示したものである。図 1 において、公知のプロセスにより形成された静電潜像を保持する静電潜像保持体、例えば、電子写真感光ドラム 1 は、矢印 B 方向に回転する。現像剤担持体としての現像スリーブ 8 は、現像剤容器としてのホッパー 3 によって供給された磁性トナーを有する一成分系現像剤 4 を担持して、矢印 A 方向に回転して、現像スリーブ 8 と感光ドラム 1 とが対向している現像領域 D に現像剤 4 を搬送する。図 1 に示すように、現像スリーブ 8 内には、現像剤 4 を現像スリーブ 8 上に磁気的に吸引且つ保持するために、磁石が内蔵されているマグネットローラー 5 が配置されている。

【0086】本発明の現像装置で用いられる現像スリーブ 8 は、基体としての金属円筒管 6 上に被覆された含窒素複素化合物が含有された導電性樹脂被覆層 7 を有する。ホッパー 3 中には、現像剤 4 を攪拌するための攪拌翼 10 が設けられている。図中の 12 は、現像スリーブ 8 とマグネットローラー 5 とが非接触状態にあることを

示す間隙である。

【0087】現像剤 4 は、磁性トナー相互間の摩擦、及び現像スリーブ 8 上の導電性樹脂被覆層 7 との摩擦により、感光ドラム 1 上の静電潜像を現像することが可能な摩擦帯電電荷を得る。図 1 の例では、現像領域 D に搬送される現像剤 4 の層厚を規制するために、現像剤層厚規制部材としての強磁性金属製の磁性規制ブレード 2 が、現像スリーブ 8 の表面から約 50～500 μm のギャップ幅を持って現像スリーブ 8 に臨むように、ホッパー 3 から垂下されている。この結果、マグネットローラー 5 の磁極 N 1 からの磁力線が磁性規制ブレード 2 に集中することにより、現像スリーブ 8 上に形成される現像剤 4 の薄層が形成される。本発明においては、この磁性規制ブレード 2 に代えて非磁性ブレードを使用することもできる。この様にして、現像スリーブ 8 上に形成される現像剤 4 の薄層の厚みは、現像領域 D における現像スリーブ 8 と感光ドラム 1 との間の最小間隙よりも更に薄いものであることが好ましい。

【0088】本発明の現像装置は、以上の様な現像剤の薄層により静電潜像を現像する方式の現像装置、即ち、非接触型現像装置とすることもできる。説明の煩雑を避けるため、以下の説明は、上記で説明したような非接触型現像装置を例に採って行う。上記現像スリーブ 8 に保持された磁性トナーを有する一成分系現像剤 4 を飛躍させるため、上記現像スリーブ 8 にはバイアス手段としての現像バイアス電源 9 により現像バイアス電圧が印加される。この現像バイアス電圧として直流電圧を使用するときに、静電潜像の画像部（現像剤 4 が付着して可視化される領域）の電位と背景部の電位との間の値の電圧を現像スリーブ 8 に印加するのが好ましい。

【0089】現像された画像の濃度を高め、或いは階調性を向上させるためには、現像スリーブ 8 に交番バイアス電圧を印加し、現像領域 D に向きが交互に反転する振動電界を形成してもよい。この場合には、上記した現像画像部の電位と背景部の電位の中間値を有する直流電圧成分を重畳した交番バイアス電圧を現像スリーブ 8 に印加することが好ましい。高電位部と低電位部を有する静電潜像の高電位部にトナーを付着させて可視化する、所謂、正現像の場合には、静電潜像の極性と逆極性に帯電するトナーを使用する。高電位部と低電位部を有する静電潜像の低電位部にトナーを付着させて可視化する、所謂、反転現像の場合には、静電潜像の極性と同極性に帯電するトナーを使用する。ここで、高電位、低電位というのは、絶対値による表現である。これらいずれの場合にも、現像剤 4 は少なくとも現像スリーブ 8 との摩擦により帯電する。

【0090】図 2 は、本発明の現像装置の他の実施形態

を示す構成模式図、図3は、本発明の現像装置の更に他の実施形態を示す構成模式図である。図2及び図3に示した現像装置では、現像スリーブ8上の現像剤4の層厚を規制する現像剤層厚規制部材として、ウレタンゴム、シリコンゴムの如きゴム弾性を有する材料、或いはリン青銅、ステンレス鋼の如き金属弾性を有する材料の弾性板からなる弾性規制ブレード11を使用し、この弾性規制ブレード11を図2の現像装置では現像スリーブ8の回転方向と逆方向の向きで圧接させており、図3の現像装置では、この弾性規制ブレード11を現像スリーブ8の回転方向と順方向の向きで圧接させているのが特徴である。

【0091】これらの現像装置では、現像スリーブ8に対して、現像剤層を介して現像剤層厚規制部材を弾性的に圧接することによって、現像スリーブ上に現像剤の薄層を形成することから、現像スリーブ8上に、上記した図1に示した装置よりも更に薄い現像剤層を形成することができる。図2及び図3の現像装置の他の基本的構成は第1図に示した現像装置と同じであり、同符号のものは、基本的には同一の部材であることを示す。図1～図3はあくまでも本発明の現像装置を模式的に示したものであり、現像剤容器（ホッパー3）の形状、攪拌翼10の有無、磁極の配置等については、様々な形態があることは言うまでもない。勿論、これらの装置では、トナーとキャリアを含む二成分系現像剤を用いる現像に使用することもできる。

【0092】次に、本発明の画像形成装置について説明する。図4は、本発明の画像形成装置の一例の概略を示す模式断面図であるが、複数の現像装置を回転体に搭載し、この回転体を回転させることにより選択された現像装置を現像位置に移動させて現像動作を行う回転式現像ユニットを有する画像形成装置である。本発明の画像形成装置においては、これら複数の現像装置の少なくとも1台が、先に説明した本発明の現像装置で構成されていることを特徴としており、図4の例では、現像装置に図3で例示した本発明の現像装置を使用する。図4を参照しながら、本発明の画像形成装置について説明する。

【0093】先ず、図4に示した画像形成装置は、潜像形成部として、外周面が中間転写体5と当接して配設されていると共に矢印方向に回転自在な静電潜像保持体としての感光ドラム1と、該感光ドラム1の外周面近傍に配設されている帯電ローラ17、クリーナー16及び前記感光ドラム1の外周面上に静電潜像を形成するためのレーザービームスキャナーの如き露光手段と、ポリゴンミラーの如き露光路反射手段等を具備している。感光ドラム1は、帯電ローラ17によって予め均一に帯電されている。露光装置（不図示）は、別途入力される画像信号に応じて該感光ドラム1にレーザー光2を照射することで、感光ドラム1上に静電潜像を形成させる。

【0094】上記のようにして感光ドラム1上に形成さ

れた静電潜像は、以下に説明する回転式現像ユニットで現像される。図4に示した画像形成装置では、回転自在な筐体40（以下、回転体と呼ぶ）と、該回転体40内に収納されている、イエロー現像装置41、マゼンタ現像装置42、シアン現像装置43及びブラック現像装置44の異なる4色の現像剤を夫々搭載した現像装置とからなる回転式現像ユニットが使用されている。これらの現像装置によって、前記感光体ドラム1の外周面上に形成された静電潜像が可視化され、イエロー、マゼンタ、シアン及びブラックのトナー画像が形成される。トナー画像の形成を行う場合には、その時必要とされる色に応じて回転体40が回転し、これによって現像装置41～44が順に感光ドラム1に対向する所定の位置に移動し、静電潜像を該当する色の現像剤で現像するように構成されている。

【0095】本発明の画像形成装置においては、これらの現像装置のいずれかに、先に説明した構成を有する本発明の現像装置したものを使用する。図で例示した画像形成装置では、図3に示したような、現像剤層厚規制部材としての弾性規制ブレード11を有し、多極永久磁石5が内包されている現像剤担持体としての現像スリーブ8が具備された4種の現像装置を用い、感光ドラム1上のデジタル潜像を、現像装置内の磁性トナーを有する一成分系現像剤4によって反転現像する。勿論、本発明の画像形成装置に用いることのできる各々の現像装置の構成はこれに限定されず、非磁性一成分系現像剤を使用し、非接触の現像方法を適用した現像装置や、トナーとキャリアを含む二成分系現像剤を用いる現像方法を適用した現像装置や、現像剤担持体が感光ドラム1に接触している現像方法を適用した現像装置を用いることもできる。又、これらの現像装置が流注しているもよい。

【0096】図中の50は中間転写体であり、上記のようにして感光ドラム1上に形成された各色のトナー画像は、中間転写体50上に転写（一次転写）される。各色のトナー像の重ね合わせは、該中間転写体50上への転写の際に行われる。フルカラー画像を形成する場合には、Y（イエロー）、M（マゼンダ）、C（シアン）、B K（ブラック）の各色毎に、中間転写体50を1回転（合計4回転）させる。そして、各回転毎に、順次Y（イエロー）、M（マゼンダ）、C（シアン）、B K（ブラック）のトナー画像を、感光ドラム1から中間転写体50上へと転写（一次転写）するように構成されている。この一次転写を行なうために、中間転写体50には、一次転写バイアス電源29によって所定の一次転写バイアスが印加されている。このため、感光ドラム1上に形成されたトナー画像は、一次転写ステップにおいて、中間転写体50上に転写（一次転写）される。

【0097】以上説明した静電潜像の形成、現像及び中間転写体50へのトナー画像の転写は、各色毎に順次行われる。これにより、中間転写体50上には、現像され

た各色のトナー像が重ねられてフルカラーのトナー画像が形成される。次に、このようにして中間転写体 50 上に形成されたフルカラーのトナー画像は、転写ベルト 60 によって、別途給送されてきた被記録材（被記録材）P 上に転写（二次転写）される。次に、トナー画像が転写され中間転写体 50 から分離された被記録材 P は、定着手段としての加熱加圧ローラー定着器 15 に搬送され、該定着器 15 によって被記録材 P 上のトナー画像の定着処理がなされる結果、フルカラー画像が形成される。

【0098】以下に本発明に関わる物性の測定方法について述べる。

（1）中心線平均粗さ（Ra）の測定

JIS B 0601 の表面粗さの測定方法に基づき、小坂研究所製サフコーダー S E - 3300 にて、軸方向 3 点×周方向 2 点＝6 点について各々測定し、その平均値をとった。

【0099】（2）粒子の体積抵抗の測定

粒状試料を 4.0 mm φ のアルミリングに入れ、2500 N で加圧成型し、抵抗率計ロスタ AP、又はハイレスタ I P（共に、三菱油化製）にて 4 端子プローブを用いて体積抵抗値を測定した。尚、測定環境は、20～25℃、50～60%RH とした。

【0100】（3）導電性樹脂被覆層の体積抵抗の測定 100 μm の厚さの PET シート上に、7～20 μm の厚さの被覆層を形成して測定用サンプルを製作し、該サンプルについて ASTM 規格（D-991-82）及び、日本ゴム協会標準規格 S R I S（2301-1969）に準拠した、導電性ゴム及びプラスチックの体積抵抗測定用の 4 端子構造の電極を設けた電圧降下式デジタルオーム計（川口電機製作所製）を使用して測定した。尚、測定環境は 20～25℃、50～60%RH とした。

【0101】（4）球状粒子の真密度の測定

本発明で使用する球状粒子の真密度は、乾式密度計アキュービック 1330（富士製作所製）を用いて測定した。

【0102】（5）球状粒子の粒径測定 レーザー回折型粒度分布計のコールター L S - 130 型粒度分布計（コールター社製）を用いて下記のようにし（トナー製造例 1）

・スチレン-アクリル酸ブチル-マレイン酸ブチルハーフエステル共重合体

100 部

・磁性体（平均粒径 0.24 μm）

100 部

・モノアゾ染料の鉄錯体（負帯電性制御剤、平均粒径 1.5 μm）

2 部

・低分子量ポリエチレン（示差熱分析吸熱ピーク＝104℃）

4 部

上記材料をブレンダーにて混合し、130℃に加熱した二軸エクストルーダーで溶融混練し、冷却した混練物をハンマミルで粗粉砕し、得られた粗粉砕物を気流分級機と衝突式気流粉砕機を有する粉砕手段で微粉砕した。更に、得られた微粉砕物を、粉体供給部に圧縮エアを用

* て測定した。測定方法としては、水系モジュールを用い、測定溶媒としては純水を使用する。まず、純水にて粒度分布計の測定系内を約 5 分間洗浄し、消泡剤として測定系内に亜硫酸ナトリウムを 10～25 mg 加えてバックグラウンドファンクションを実行する。次に、純水 10 ml 中に界面活性剤 3～4 滴を加え、更に測定試料を 5～25 mg 加える。この試料を懸濁した水溶液を超音波分散機で約 1～3 分間分散処理を行ない測定用の試料液を得て、前記測定装置の測定系内に試料液を徐々に加えて測定を行なう。その際、装置の画面上の P I D S が 45～55% になるように測定系内の試料濃度を調整して測定を行い、個数分布から算出して個数平均粒径を求める。

【0103】（6）導電性微粒子の粒径測定

導電性微粒子の粒径は、電子顕微鏡を用いて測定した。撮影倍率は 6 万倍とするが、難しい場合は、低倍率で撮影した後に 6 万倍となるように写真を拡大プリントする。写真上で 1 次粒子の粒径を調べる。この際、長軸と短軸を測り、平均した値を粒径とする。これを、100 サンプルについて測定し、50% 値をもって平均粒径とする。

【0104】（7）トナー粒径の測定

コールターカウンターのマルチサイザー（コールター社製）を用いて測定し、体積分布から出した重量基準の重量平均径を求めた。

【0105】（8）トナーの摩擦帯電特性の測定

現象スリッパ上に相対されたトナーを、金属円筒管と円筒フィルターにより吸引捕集し、その時金属円筒管を通じてコンデンサーに蓄えられた電荷量と、捕集されたトナー重量 M とを測定し、これらの値から単位重量当りの電荷量 Q/M を求めることで、トナーの摩擦帯電特性の測定を行った。

【0106】

【実施例】以下、本発明の実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、これは本発明を何ら限定するものではない。尚、以下の配合における部数は全て重量部である。まず、本発明の実施例及び比較例で使用するトナーの製造方法について説明する。

いた強制粉体分散装置を内蔵しているコアンダ効果を用いた多分級分級機にて分級した。この分級操作によって、微粉砕物を 2.0 kg/cm² の圧縮エアで強制的に分散させながら供給し、厳密に分級して、個数平均円相当径 6.2 μm、円相当径 0.60 μm 以上 1.00

31

μm 未満の粒子の占める割合が個数基準で全体の3.7%の負帯電性磁性トナーを得た。

【0107】更に、上記で得られた磁性トナー粒子を、ローターを回転して機械的衝撃力を与える方式の図7に示したような構成の表面改質装置を用いて表面処理した。この結果、得られたトナーを構成しているトナー粒子は、フロー式粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、個数平均円相当径が6.4 μm であり、円相当径0.60 μm 以上1.00 μm 未満の粒子の占める割合が個数基準で全体の0.7%であり、更に、3 μm 以上のトナー粒子について、円形度 $a=0.90$ 以上の粒子は個数基準で2.4.0%であった。得られたトナー粒子に、表2に示す樹脂微粒子 a を0.1%、シリコンオイルとヘキサメチルジシラザンで処理した乾式シリカを1.2%を添加し、混合液にて混合して負帯電性磁性トナー（一成分系現像剤）E-1を得た。

【0108】（トナー製造例2）機械的衝撃力による表面処理を行わない以外はトナー製造例1と同様に、20負帯電性磁性トナーE-2を得た。このトナーE-2を構成しているトナー粒子は、フロー式粒子像分析装置によって測定される円相当径による粒度分布において、個数平均円相当径が6.1 μm であり、円相当径0.60 μm 以上1.00 μm 未満の粒子の占める割合が個数基*

- ・レゾール型フェノール樹脂溶液（メタノール50%含有） 200部
- ・導電性球状粒子A-1 7.5部
- ・含窒素複素環化合物B-1（イミダゾール化合物） 7.5部
- ・個数平均粒径3.4 μm のグラファイト 50部
- ・導電性カーボンブラック 5部
- ・イソプロピルアルコール 280部

上記材料を、サンドミルを用いて以下のようにして分散して導電性樹脂被覆層形成用の塗工液を作製した。先ず、レゾール型フェノール樹脂溶液（メタノール50%含有）をイソプロピルアルコールの一部で希釈する。次に、これに、導電性カーボンブラック、個数平均径3.4 μm のグラファイト及び上記含窒素複素環化合物B-1を添加し、直径1mmのガラスビーズをメディア粒子として用いたサンドミルにて分散させる。更にここに、残りのイソプロピルアルコールに分散させた導電性球状粒子A-1を添加し、更にサンドミル分散を進めて導電性樹脂被覆層形成用の塗工液を得る。

【0112】次に、上記で得られた塗工液を用いてスプレー法により、外径16mmのアルミニウム製円筒管上に塗工層を形成し、続いて熱風乾燥炉により150℃、30分間加熱してフェノール樹脂を硬化させて、表面に導電性樹脂被覆層を有する現像剤担持体C-1を作製した。この現像剤担持体C-1の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。C-1の現像剤担持体を図4に示したような画像形成装置のブラックトナー現像装置を用

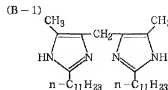
32

*準で全体の3.8%、更に、3 μm 以上のトナー粒子について、円形度 $a=0.90$ 以上の粒子は個数基準で95.2%であり、且つ、円形度 $a=0.98$ 以上の粒子は個数基準で2.4.0%であった。

【0109】＜実施例1＞球状粒子として、個数平均粒径7.8 μm の球状フェノール樹脂粒子100部にライカイ機（自動乳鉢、石川工場製）を用いて個数平均粒径2 μm 以下の石炭系バルクメソフエーズピッチ粉末14部を均一に被覆し、空気中下280℃で熱安定化処理した後に窒素雰囲気下2,000℃で焼成することにより黒鉛化し、更に、分級して得られた個数平均径7.2 μm の球状導電性炭素粒子（球状粒子A-1）を用いた。球状粒子A-1の物性を表1に示した。

【0110】含窒素複素環化合物としては、下記の式B-1で示される個数平均径3 μm のイミダゾール化合物粒子を用いた。

【化5】



【0111】

いて、先に調製した一成分系現像剤E-1を供給しながら現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0113】＜実施例2＞実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の添加量を、7.5部から2.5部に変更する以外は実施例1と同様に、本実施例で使用する現像剤担持体C-2を作製した。この現像剤担持体C-2の導電性樹脂被覆層の組成及び物性を表2に示した。C-2の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0114】＜実施例3＞実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の添加量を、7.5部から20部に変更する以外は実施例1と同様に、本実施例で使用する現像剤担持体C-3を作製した。この現像剤担持体C-3の導電性樹脂被覆層の組成及び物性を表2に示した。C-3の現像剤担持

体を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 と同様に一成分系現像剤を供給しながら現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

【0115】＜実施例 4＞球状粒子として、個数平均粒径 5.1 μm の球状フェノール樹脂粒子 100 部にライカ機（自動乳鉢、石川工場製）を用いて個数平均粒径 1.4 μm 以下の石炭系ハルケメソフェーズピッチ粉末 14 部を均一に被覆し、空気中下 280℃ で熱安定化処理した後に、窒素雰囲気下 2,000℃ で焼成することにより黒鉛化し、更に分級して得られた個数平均径 3.8 μm の球状導電性炭素粒子（球状粒子 A-2）を用いた。球状粒子 A-2 の物性を表 1 に示した。実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた球状粒子 A-1 の代わりに、上記の球状粒子 A-2 を 7.5 部添加する以外は実施例 1 と同様にして、本実施例で使用する現像剤担持体 C-4 を作製した。この現像剤担持体 C-4 の導電性樹脂被覆層の組成及び物性を表 2 に示した。更に、この現像剤担持体 C-4 を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 で使用したと同様の一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

【0116】＜実施例 5＞球状粒子として、個数平均粒径 19.5 μm の球状フェノール樹脂粒子 100 部にライカ機（自動乳鉢、石川工場製）を用いて個数平均粒径 1.4 μm 以下の石炭系ハルケメソフェーズピッチ粉末 14 部を均一に被覆し、空気中下 280℃ で熱安定化処理した後に、窒素雰囲気下 2,000℃ で焼成することにより黒鉛化し、更に分級して得られた個数平均径 19.8 μm の球状導電性炭素粒子（球状粒子 A-3）を*

- ・スチレン-アクリル樹脂
- ・導電性カーボンブラック

実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた球状粒子 A-1 の代わりに、上記の球状粒子 A-5 を 7.5 部添加する以外は実施例 1 と同様にして、本実施例で使用する現像剤担持体 C-7 を作製した。この現像剤担持体 C-7 の導電性樹脂被覆層の物性を表 2 に示した。更に、この C-7 の現像剤担持体を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 と同様の一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

【0119】＜実施例 8＞球状粒子として、個数平均粒径 7.4 μm の球状 PMMA 粒子 A-6 を用いた。A-6 の物性を表 1 に示した。実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた導電性球状粒子 A-1 の代わりに、球状粒子 A-6 を 7.5 部添加する以外は実施例 1 と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体 C-8 を作製した。この現像剤担持体 C-8 の導電性樹脂被覆層

* 用いた。球状粒子 A-3 の物性を表 1 に示した。実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた球状粒子 A-1 の代わりに、上記の球状粒子 A-3 を 7.5 部を添加する以外は実施例 1 と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体 C-5 を作製した。この現像剤担持体 C-5 の導電性樹脂被覆層の組成及び物性を表 2 に示した。更に、この現像剤担持体 C-5 を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 と同様の一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

【0117】＜実施例 6＞球状粒子として、実施例 1 で用いた A-1 の粒子に銅及び銀をメッキした個数平均径 8.3 μm の金属被覆炭素粒子（球状粒子 A-4）を用いた。この球状粒子 A-4 の物性を表 1 に示した。実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた球状粒子 A-1 の代わりに、上記の球状粒子 A-4 を 7.5 部添加する以外は実施例 1 と同様にして、本実施例で使用する現像剤担持体 C-6 を作製した。この現像剤担持体 C-6 の導電性樹脂被覆層の物性を表 2 に示した。更に、この現像剤担持体 C-6 を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 と同様の一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

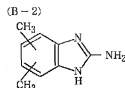
【0118】＜実施例 7＞球状粒子として、下記の材料を用い、混練、粉砕及び分級を行って、個数平均粒径 7.4 μm の導電性樹脂粒子を得た後、ハイブリタイザー（奈良機械製）を用いて球形化処理を行うことによって得られた導電性球状樹脂粒子（球状粒子 A-5）を用いた。A-5 の物性を表 1 に示した。

100 部
25 部

の物性を表 2 に示した。更に、この C-8 の現像剤担持体を実施例 1 と同じ画像装置に用いて、実施例 1 と同様の一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表 3 ～表 5 にまとめて示した。

【0120】＜実施例 9＞含窒素複素環化合物として、下記の式 B-2 で示される個数平均径 5 μm のイミダゾール化合物粒子を用いた。

【化 6】



実施例 1 の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物 B-1 の代わりに、上記の B-2 を添

加する以外は実施例1と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体C-8を作製した。この現像剤担持体C-8の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。更に、この現像剤担持体C-8を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0121】<実施例10>含窒素複素環化合物として、下記の式B-3で示される個数平均径1.5μmのイミダゾール化合物粒子を用いた。

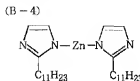
【化7】



実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の代わりに、上記したB-3を添加する以外は実施例1と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体C-9を作製した。この現像剤担持体C-9の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。更に、このC-9の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0122】<実施例11>含窒素複素環化合物として、下記の式B-4で示される個数平均径1.5μmのイミダゾール化合物粒子を用いた。

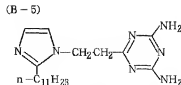
【化8】



実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の代わりに、上記のB-4を添加する以外は実施例1と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体C-10を作製した。この現像剤担持体C-10の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。又、本実施例では、トナーE-1の代わりにE-2を用いた。更に、このC-10の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、トナーE-2を有する一成分系現像剤を供給しながら、実施例1と同様に現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0123】<実施例12>含窒素複素環化合物として、下記の式B-5で示される個数平均径3.4μmのイミダゾール化合物粒子を用いた。

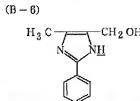
【化9】



実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の代わりに、上記のB-5を添加する以外は実施例1と同様にして本実施例で使用する現像剤担持体C-11を作製した。この現像剤担持体C-11の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。又、本実施例では、トナーE-1の代わりにE-2を用いた。更に、このC-11の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、トナーE-2を有する一成分系現像剤を供給しながら、実施例1と同様に現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0124】<実施例13>含窒素複素環化合物として、一般式B-6で示される個数平均径2.1μmのイミダゾール化合物粒子を用いた。

【化10】



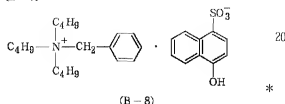
実施例1の導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1の代わりに、上記B-6を添加する以外は実施例1と同様にして、本実施例で使用する現像剤担持体C-12を作製した。この現像剤担持体C-12の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。又、本実施例では、トナーE-1の代わりにE-2を用いた。更に、このC-12の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、トナーE-2を有する一成分系現像剤を供給しながら、実施例1と同様に現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0125】<実施例14>実施例1における導電性樹脂被覆層形成用の塗工液中のグラファイトを個数平均径7.6μmのものに代え、更に、球状粒子A-1を除くこと以外は実施例1と同様にして、本実施例で使用する現像剤担持体C-13を作製した。この現像剤担持体C-13の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。更に、このC-13の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

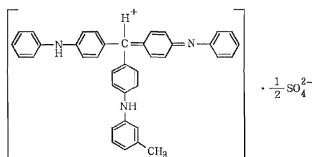
【0126】＜比較例1＞球状粒子A-1及び含窒素複素環化合物B-1を除くこと以外は実施例1と同様に導電性樹脂被覆層形成用の塗工液を得て、本比較例で使用する現像剤担持体D-1を作製した。この現像剤担持体D-1の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。更に、この現像剤担持体D-1を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0127】＜比較例2＞実施例1における導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1を添加する代わりに、含窒素複素環を含まない下記式で表される含窒素化合物である個数平均径2.2μmの4級アンモニウム塩粒子B-7を添加する以外は実施例1と同様に、本比較例で使用する現像剤担持体D-2を作製した。

【化11】
(B-7)



(B-8)



この現像剤担持体D-3の導電性樹脂被覆層の組成及び物性を表2に示した。更に、この現像剤担持体D-3を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら、現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表

* この現像剤担持体D-2の導電性樹脂被覆層の物性を表2に示した。更に、このD-2の現像剤担持体を実施例1と同じ画像装置に用いて、実施例1と同様に一成分系現像剤を供給しながら現像剤担持体の耐久評価テストを行った。そして、得られた評価結果を表3～表5にまとめて示した。

【0128】＜比較例3＞実施例1における導電性樹脂被覆層形成用の塗工液に用いた含窒素複素環化合物B-1を添加する代わりに、含窒素複素環を含まない含窒素化合物である個数平均径1.8μmのトリフェニルメタン系化合物B-8を添加する以外は実施例1と同様に、本比較例で使用する現像剤担持体D-3を作製した。

【化12】

5にまとめて示した。

【0129】

【表1】表1：導電性樹脂被覆層に添加する各球状粒子の特性

球状粒子名	構成	個数平均粒径(μm)	真密度(g/cm^3)	体積抵抗($\Omega \cdot \text{cm}$)	形状(長径/短径)
A-1	導電性炭素粒子	7.2	1.48	8.5×10^{-2}	球 (1.07)
A-2	導電性炭素粒子	3.8	1.51	8.1×10^{-2}	球 (1.08)
A-3	導電性炭素粒子	19.8	1.47	8.9×10^{-2}	球 (1.10)
A-4	銅、銀メッキ炭素粒子	8.3	2.52	3.4×10^{-5}	球 (1.21)
A-5	導電性樹脂粒子 (カーボンブラック分散)	7.4	1.21	2.1×10^1	球 (1.05)
A-6	PMMA 粒子	7.1	1.19	10^{15} 以上	球 (1.19)

【0130】

*とトナー

【表2】表2：実施例及び比較例で用いた現像剤用持体*

	現像剤 用持体	導電性樹脂被覆層の主添加物			導電性樹脂被覆層の物性			トナー
		球状粒子	含窒素複素化合物 種類	添加量(部)	膜厚 (μm)	粗さ Ra (μm)	体積抵抗値 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	
実施例 1	C-1	A-1	B-1	7.5	9	1.10	1.2	E-1
実施例 2	C-2	A-1	B-1	2.5	9	1.02	8.3×10^{-1}	E-1
実施例 3	C-3	A-1	B-1	20	9	1.42	7.5	E-1
実施例 4	C-4	A-2	B-1	7.5	8	0.90	9.8×10^{-1}	E-1
実施例 5	C-5	A-3	B-1	7.5	12	1.72	1.3	E-1
実施例 6	C-6	A-4	B-1	7.5	9	1.16	1.4	E-1
実施例 7	C-7	A-5	B-1	7.5	9	1.32	1.7	E-1
実施例 8	C-8	A-6	B-1	7.5	9	1.21	1.9	E-1
実施例 9	C-9	A-1	B-2	7.5	9	1.15	1.2	E-1
実施例 10	C-10	A-1	B-3	7.5	9	1.08	1.2	E-1
実施例 11	C-11	A-1	B-4	7.5	9	1.12	1.2	E-2
実施例 12	C-12	A-1	B-5	7.5	9	1.11	1.3	E-2
実施例 13	C-13	A-1	B-6	7.5	9	1.06	1.2	E-2
実施例 14	C-14	無し	B-1	7.5	9	1.50	1.3	E-1
比較例 1	D-1	無し	無し	0	9	0.69	8.9×10^{-1}	E-1
比較例 2	D-2	A-1	B-7	7.5	9	1.13	1.1	E-1
比較例 3	D-3	A-1	B-8	7.5	9	1.21	9.6×10^{-1}	E-1

【0131】＜評価＞実施例及び比較例の現像剤用持体の評価については、下記に挙げる評価項目について、特定の環境下で耐久試験を行った。耐久試験は、2つの環境下で行なったが、具体的には、低温/低湿 (L/L) 環境下を、15℃/10%RHの環境条件とし、及び、

高温/高湿 (H/H) 環境下を、32.5℃/85%RHの環境条件に設けて試験を行なった。そして、表3に、低温/低湿下における画像濃度の耐久性、耐久カブリ及び耐久ゴーストの評価結果を示した。又、表4に、高温/高湿下における画像濃度の耐久性、文字シャープ性の

耐久性、耐久カブリ及び耐久ゴーストの評価結果を示した。尚、高温高湿下においては、現像剤担持体によるトナー帯電の立ち上がりの耐久性を評価するため、一定枚数耐久後（5,000枚）に5日間耐久を休止し、休止後、更に5,000枚の耐久を続け、この場合における画像濃度の耐久性、文字シャープ性の耐久性、耐久カブリ及び耐久ゴーストの評価を行った。又、表5に、耐磨耗性及び耐汚染性についての評価結果を示した。

【0132】＜評価方法＞

（1）画像濃度

画像濃度は、反射濃度計RD918（マクベス社製）を使用し、ベタ印字した際のベタ黒部の濃度を5点測定し、その平均値を画像濃度とした。

【0133】（2）カブリ濃度

画像形成した記録紙のベタ白部の反射率（D1）を測定し、更に、画像形成に用いた記録紙と同一カットの未使用の記録紙の反射率（D2）を測定し、これらの測定値の差である（D1-D2）の値を5点求め、その平均値をカブリ濃度とした。この際、反射率はTC-6DS（東京電色製）で測定した。

【0134】（3）ゴースト

ベタ白部とベタ黒部が隣り合う画像を現像した現像スリーブの位置が現像スリーブの次の回転時に現像位置に来て、ハーフトーン画像を現像するようにして、ハーフトーン画像上に現われる濃淡差を目視で観察し、下記の基準で評価した。

○：濃淡差が全く見られない。

○△：軽微な濃淡差が見られる。

△：濃淡差がやや見られるが実用可。

×：濃淡差が顕著に見られ、実用不可。

【0135】（4）導電性樹脂被膜層の耐磨耗性

先に説明した方法で、耐久前後での現像剤担持体表面の算術平均粗さ（Ra）を測定し、その値を示した。この値に変動がない場合に、現像剤担持体表面に形成されている導電性樹脂被膜層の耐磨耗性が優れていると判断できる。

【0136】（5）被覆層の耐汚染性

耐久後の現像剤担持体表面をSEMで観察し、トナー汚染の程度を下記の基準で評価した。

○：軽微な汚染が観察される。

○△：やや汚染が観察される。

△：部分的に汚染が観察される。

×：著しい汚染が観察される。

【0137】（6）文字シャープ性

高温高湿環境下（32.5℃、85%）で画出した転写紙上の文字を約30倍に拡大し、以下の評価基準に従い、評価を行った。

○（優）：ラインが非常にシャープで飛び散りはほとんど無い。

○△（良）：僅かに飛び散っている程度でラインは比較的シャープ。

△（普通）：飛び散りがやや多くラインがぼんやりした感じになる。

×（悪い）：△のレベルに満たない。

【0138】

【表3】表3：評価結果（低温低湿下における耐久濃度、耐久カブリ、耐久ゴースト）

10

20

耐久枚数	耐久濃度		耐久カブリ		耐久ゴースト	
	初期	1万枚後	初期	1万枚後	初期	1万枚後
実施例1	1.56	1.52	0.7	1.0	○	○
実施例2	1.52	1.48	0.8	1.3	○	○
実施例3	1.55	1.51	1.0	1.5	○△	○△
実施例4	1.53	1.49	1.2	1.5	○△	○△
実施例5	1.52	1.49	1.4	2.0	○	○△
実施例6	1.51	1.47	1.2	1.6	○△	○△
実施例7	1.53	1.46	1.3	1.8	○△	△
実施例8	1.52	1.47	1.2	1.6	○△	△
実施例9	1.55	1.50	0.9	1.2	○	○△
実施例10	1.54	1.50	0.8	1.3	○	○△
実施例11	1.52	1.48	1.1	1.7	○	○△
実施例12	1.51	1.48	1.0	1.5	○	○△
実施例13	1.52	1.47	0.9	1.6	○	○△
実施例14	1.49	1.42	1.8	2.5	○△	△
比較例1	1.49	1.29	3.2	4.4	○△	×
比較例2	1.50	1.33	2.8	4.1	△	×
比較例3	1.48	1.21	3.0	4.3	○△	×

【0139】

濃度、耐久カブリ)

【表4】表4-1：評価結果（高温高湿下における耐久 30

耐久 枚数	H/H耐久濃度					H/H耐久カブリ				
	初期	0.5万	0.5万 (5日休 止後)	1万	1万 (5日休 止後)	初期	0.5万	0.5万 (5日休 止後)	1万	1万 (5日休 止後)
実施例1	1.51	1.48	1.43	1.47	1.40	0.8	1.0	1.5	1.2	1.9
実施例2	1.50	1.47	1.41	1.45	1.37	0.7	1.2	1.9	1.5	2.5
実施例3	1.49	1.47	1.41	1.46	1.38	0.8	1.0	1.6	1.4	2.3
実施例4	1.48	1.44	1.40	1.45	1.35	0.8	1.2	2.0	1.7	2.4
実施例5	1.49	1.45	1.39	1.44	1.34	1.2	1.5	2.2	1.6	2.6
実施例6	1.50	1.45	1.39	1.44	1.35	0.9	1.3	1.7	1.4	2.4
実施例7	1.49	1.44	1.38	1.42	1.33	1.0	1.3	2.2	1.7	2.6
実施例8	1.47	1.44	1.39	1.43	1.33	1.0	1.4	2.1	1.8	2.8
実施例9	1.49	1.46	1.41	1.45	1.36	1.1	1.5	1.8	1.6	2.2
実施例10	1.49	1.45	1.41	1.47	1.38	0.9	1.4	1.9	1.5	2.3
実施例11	1.45	1.42	1.36	1.43	1.30	1.0	1.6	2.0	1.5	2.4
実施例12	1.46	1.42	1.37	1.42	1.29	0.9	1.4	2.1	1.6	2.5
実施例13	1.45	1.41	1.37	1.43	1.31	0.8	1.2	1.6	1.4	2.3
実施例14	1.46	1.40	1.33	1.37	1.20	1.2	1.9	2.7	2.5	3.3
比較例1	1.37	1.27	1.10	1.22	0.94	1.3	2.3	3.6	3.5	4.4
比較例2	1.41	1.29	1.11	1.23	0.98	1.1	2.2	3.7	3.1	4.3
比較例3	1.36	1.25	1.08	1.21	0.97	1.3	2.5	3.3	2.9	4.5

【0140】

30 ゴースト、文字シャープ性)

【表5】表4-2：評価結果（高温高湿下における耐久

耐久 枚数	H/H耐久ゴースト					H/H文字シャープ性				
	初期	0.5万	0.5万 (5日休 止後)	1万	1万 (5日休 止後)	初期	0.5万	0.5万 (5日休 止後)	1万	1万 (5日休 止後)
実施例1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○△
実施例2	○	○	○	○	○	○	○	○△	○	○△
実施例3	○	○△	○	○△	○△	○	○	○△	○	○△
実施例4	○	○△	○	○△	○△	○	○	○△	○△	△
実施例5	○	○	○	○△	○	○	○△	○△	○△	△
実施例6	○	○	○	○△	○	○	○	○△	○	○△
実施例7	○	○△	○	△	○△	○	○△	△	○△	△
実施例8	○	○△	○	△	○△	○	○△	△	○△	△
実施例9	○	○	○	○	○	○	○	○△	○	○△
実施例10	○	○	○	○	○	○	○	○△	○	○△
実施例11	○	○△	○	△	○△	○	○△	○△	○△	△
実施例12	○	○△	○	○△	○△	○	○△	○△	○△	△
実施例13	○	○△	○	○△	○△	○	○△	○△	○△	△
実施例14	○△	△	○△	△	○△	○△	○△	△	○△	△
比較例1	○△	△	△	×	×	○△	△	×	×	×
比較例2	○△	○△	△	×	△	○△	△	×	△	×
比較例3	○△	△	△	×	×	○△	△	×	△	×

	現像剤 担持体	耐摩擦性			耐汚染性	
		耐久前 Ra (μm)	L/L 耐久後 Ra (μm)	H/H 耐久前 Ra (μm)	L/L 耐久後	H/H 耐久後
実施例1	C-1	1.10	1.05	1.00	○	○
実施例2	C-2	1.02	0.98	0.91	○	○
実施例3	C-3	1.42	1.35	1.31	○	○△
実施例4	C-4	0.90	0.86	0.81	○	○△
実施例5	C-5	1.72	1.61	1.54	○	○△
実施例6	C-6	1.16	1.10	1.07	○	○△
実施例7	C-7	1.32	1.28	1.21	○△	△
実施例8	C-8	1.21	1.16	1.10	○△	△
実施例9	C-9	1.15	1.09	1.04	○	○△
実施例10	C-10	1.08	1.00	0.96	○	○
実施例11	C-11	1.12	1.05	1.01	○△	○△
実施例12	C-12	1.11	1.05	1.00	○△	○△
実施例13	C-13	1.06	1.01	0.97	○△	○△
実施例14	C-14	1.59	1.41	1.36	△	△
比較例1	D-1	0.69	0.59	0.44	×	×
比較例2	D-2	1.13	0.83	0.72	△	×
比較例3	D-3	1.21	0.90	0.74	△	×

【0142】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来用いられていた現像剤担持体よりも均一且つ迅速なトナーへの帯電付与が可能であり、しかも現像剤担持体の耐久性が向上した現像剤担持体を使用するため、良好な画像を長期間提供できる現像装置及び画像形成装置が提供される。即ち、本発明によれば、異なる環境下においても長期間に渡って、画像濃度低下やスリプゴースト、カブリの悪化が発生せず、文字ラインのシャープ性が良好で、画像濃度が高い高品位な画像が得られる現像装置及び画像形成装置が提供される。又、本発明によれば、高画質画像の形成、省エネルギーでの運転が可能で、粒径が小さく、低温度材料を用いたトナー、更には、より真球状に近いトナーを使用しているにもかかわらず、より帯電性や現像性が向上し、画像濃度低下やゴーストの発生のない高解像高品位な画像を得ることのできる現像装置及び画像形成装置が提供される。更に、本発明によれば、複数の現像装置を回転体に搭載し、この回転体を回転させることにより選択された現像装置を現像位置に移動させ現像動作を行う回転式現像ユニットを具備した画像形成装置において、濃度低下や

30 タ画像の濃淡スジの加減問題点が発生せず、耐久においても安定して高画質のフルカラー画像が得られる画像形成装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の現像装置の一例を示す模式図である。

【図2】本発明の現像装置の別の一例を示す模式図である。

【図3】本発明の現像装置の別の一例を示す模式図である。

【図4】本発明の画像形成装置の概略説明図である。

【図5】トナーの円形度をコントロールするための処理システムの一例の説明図である。

【図6】図5のシステムにおける衝撃的表面処理装置を示す説明図である。

【図7】機械衝撃粉砕機の構成を示す説明図である。

【図8】従来の樹脂被覆層の形成されていない現像剤担持体を有する現像装置の模式図を示す。

【符号の説明】

1：感光ドラム（静電潜像保持体）

2：磁性規制ブレード

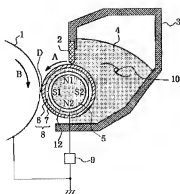
3：ホッパー（トナー容器）

- 4：現像剤（トナー）
 5：マグネットローラー
 6：金属製円筒筒
 7：導電性被膜層
 8：現像スリーブ（現像剤担持体）
 9：現像バイアス電源
 10：トナー攪拌翼
 11：弾性規制ブレード（現像剤層厚規制部材）
 12：隔層
 15：定着器
 16：クリーナー
 17：帯電ローラー
 18：ポスト帯電器
 19：クリーニングローラー
 20：ガイド
 21：レジストローラー

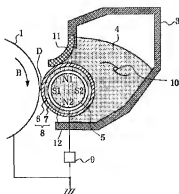
- * 22：露光
 28：二次転写バイアス源
 29：一次転写バイアス源
 31：ポスト帯電バイアス源
 40：回転体
 41：イエロー現像装置
 42：マゼンタ現像装置
 43：シアン現像装置
 44：ブラック現像装置
 10 50：中間転写体
 60：転写ベルト
 A：現像スリーブの回転方向
 B：感光ドラムの回転方向
 D：現像領域
 P：転写材

*

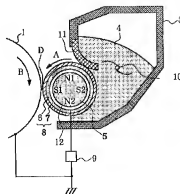
【図1】



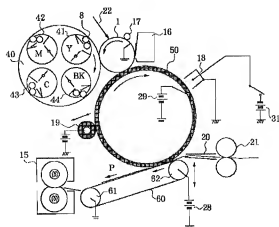
【図2】



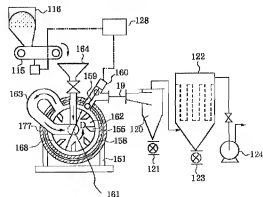
【図3】



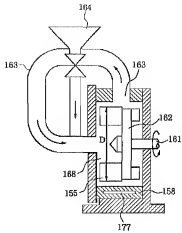
【図4】



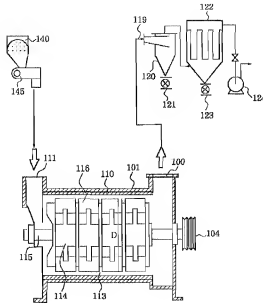
【図5】



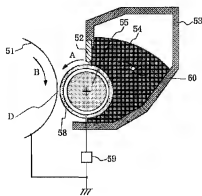
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 齊木 一紀
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 藤島 健司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
(72)発明者 嶋村 正良
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 岡本 直樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内
Fターム(参考) ZH005 AA02 AA21 AB09 CB07 CB13
DA02 DA09 EA05 FA02 FA06
FA07
ZH077 AD06 AD13 AD17 AD23 EA03
EA13 EA14 FA13 FA25 GA13